

**APLIKASI KOMPOS DAN MIKORIZA ARBUSKULAR (*Glomus* sp.)
PADA *TAILING* TAMBANG EMAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SERAPAN FOSFOR TANAMAN BUNGA MATAHARI
(*Helianthus annuus* L.)**

Oleh
IZHAR ASHOFIE



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**APLIKASI KOMPOS DAN MIKORIZA ARBUSKULAR (*Glomus* sp.)
PADA *TAILING* TAMBANG EMAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SERAPAN FOSFOR TANAMAN BUNGA MATAHARI
(*Helianthus annuus* L.)**

Oleh

IZHAR ASHOFIE
135040201111279

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

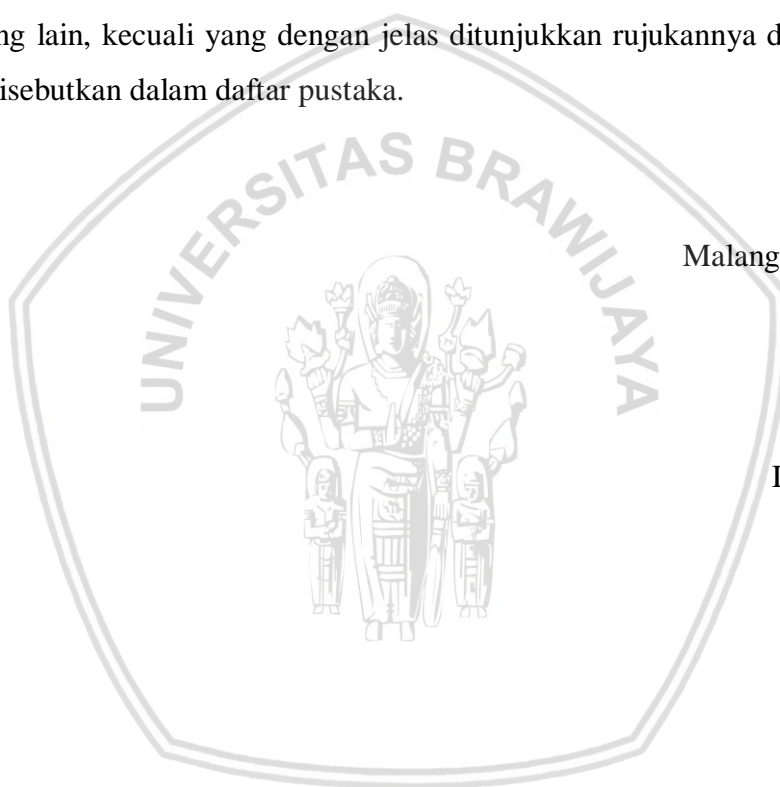
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul **“Aplikasi Kompos Dan Mikoriza Arbuskular (*Glomus* sp.) Pada *Tailing Tambang Emas Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Fosfor Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)*”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Izhar Ashofie



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Aplikasi Kompos dan Mikoriza Arbuskular (*Glomus* sp.)
pada *Tailing* Tambang Emas terhadap Pertumbuhan dan
Serapan Fosfor Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus*
annuus L.)

Nama : Izhar Ashofie

NIM : 135040201111279

Jurusan : Tanah

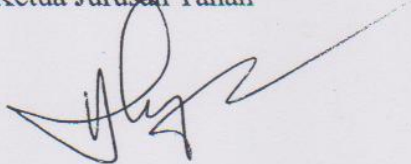
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Diketahui
a.n Dekan
Ketua Jurusan Tanah



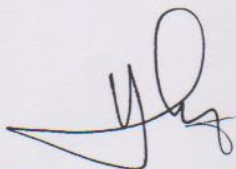
Prof. Dr. Ir. H. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

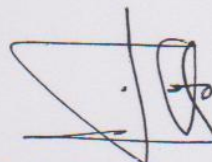
Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



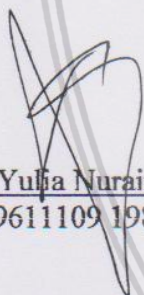
Prof. Dr. Ir. H. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji II



Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Penguji III



Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS
NIP. 19611109 198503 2 001

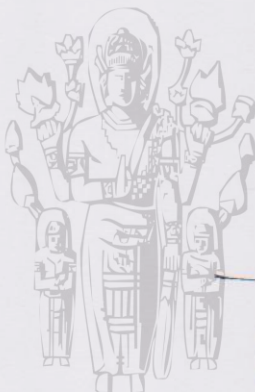
Penguji IV



Dr. Ir. Sudarto, MS
NIP. 19560317 198303 1 003

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua orang tuaku
serta adikku tercinta.

RINGKASAN

Izhar Ashofie. 135040201111279. Aplikasi Kompos Dan Mikoriza Arbuskular (*Glomus* sp.) Pada *Tailing* Tambang Emas Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Fosfor Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Budi Prasetya, MP.

Kegiatan pertambangan bahan galian berharga dari lapisan bumi telah berlangsung sejak lama salah satunya adalah pertambangan emas. Secara umum kegiatan pertambangan emas yang sering dijumpai di Indonesia adalah pertambangan emas skala kecil. Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, merupakan daerah pertambangan emas skala kecil, metode yang digunakan adalah amalgamasi merkuri dan sianidasi yang menghasilkan limbah berupa lumpur disebut *tailing*. Tingginya limbah *tailing* yang dihasilkan menjadi masalah yang sangat serius karena dibuang begitu saja tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah melakukan fitoremediasi menggunakan tanaman bunga matahari dengan menambahkan kompos sebagai pembenah tanah dan sumber unsur hara, serta inokulasi spora mikoriza arbuskular untuk membantu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui pengaruh berbagai komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dan jumlah spora mikoriza *Glomus* sp. terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). 2) Mengetahui pengaruh jumlah pemberian spora mikoriza *Glomus* sp. yang lebih banyak terhadap serapan P-tajuk tanaman bunga matahari.

Penelitian ini dilakukan 3 tahap yaitu pengambilan sampel *tailing* dan sampel tanah untuk analisis mikoriza; penanaman tanaman bunga matahari dengan inokulasi spora mikoriza pada berbagai komposisi media tanam; dan analisis laboratorium sifat biologi dan kimia tanah pada hasil percobaan setelah masa vegetatif tanaman (42 HST) di Laboratorium Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Kegiatan tersebut dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2017. Rancangan yang digunakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor perlakuan yaitu faktor pertama komposisi media tanam (M) yang terdiri dari M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos), dan faktor kedua jumlah spora mikoriza (S) yang terdiri dari S0 (Tanpa spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹), S1 (25 spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹), S2 (50 spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹) serta menggunakan tanaman bunga matahari sebagai indikator pertumbuhan. Parameter yang diamati pada tanaman yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan serapan P-tajuk tanaman, pada media tanam diamati pH, C-organik, P-tersedia, serta pada mikoriza diamati jumlah spora dan kolonisasi akar. Analisis data dilakukan menggunakan *software* Genstat 12th dan diuji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antar variabel dilakukan uji korelasi menggunakan *software* Ms. Excel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam (25% *tailing* : 75% kompos) dan penambahan 50 spora mikoriza mampu meningkatkan tinggi tanaman sampai 45,67 cm (42,87%), dan jumlah daun sebanyak 9,34 daun (72,97%), serta mampu meningkatkan serapan P-tajuk tanaman sebesar 2,9 g.tan⁻¹ (45,79%).

SUMMARY

Izhar Ashofie. 135040201111279. Applications of Compost and Arbuscular Mycorrhizal (*Glomus* sp.) in Tailings of Gold Mine Against the Growth and Phosphorus Absorption on Sunflower Plants (*Helianthus annuus* L.). Supervised by Dr. Ir. Budi Prasetya, MP.

The mining activities of precious minerals from the layers of the earth have been going on since long one of the gold mines. In general, gold mining activities that are often found in Indonesia is small scale gold mining. Kertajaya village, Simpenan Subdistrict, Sukabumi District, West Java, is one of the small-scale gold mining areas, the method used is mercury amalgamation (Hg) and cyanidation which produces waste in the form of mud called tailings. The high tailings waste produced becomes a very serious problem because it is generally thrown away without further processing. One attempt to overcome the problem is to do phytoremediation using sunflower plants by adding compost as soil and mycorrhizal enhancer to help plant growth. This study aims to: 1) Know the influence of various composition of planting media (Combination of tailing and compost) and the number of mycorrhizal spores *Glomus* sp. on plant growth Sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2) To Know the effect of spore *Glomus* sp. members on P uptake of sunflower.

The research was conducted in 3 stages: Sampling of tailing and soil samples for mycorrhizal analysis; planting sunflower plants with spore cultures on various planting media compositions; and laboratory analysis of soil chemical and biological properties on experimental result after plant vegetative period (42 HST) in Soil Department Laboratory, Faculty of Agriculture University of Brawijaya. This activity was carried out in February until Juni 2017. The design used Randomized Completely Randomized Design with 2 factors of treatment, the first factor of planting media composition (M) consisting of M1 (75% tailings : 25% compost), M2 (60% tailings : 40% compost), M3 (50% tailings : 50% compost), M4 (40% tailings : 60% compost), M5 (25% tailings : 75% compost), and second factor the mycorrhizal spores members (S) consisting of S0 (No spores *Glomus* sp. Polybag⁻¹), S1 (25 spores *Glomus* sp. Polybag⁻¹), S2 (50 spores *Glomus* sp. Polybag⁻¹), and using sunflower plants as an indicator of growth. The parameters observed in the plant were plant height, leaf number, and P-plant uptake, on planting media observed pH, C-organic, and available P, and in mycorrhiza observed spore count and colonization. Data analysis was performed using software Genstat 12th and tested further Duncan's Multiple Range Test (DMRS) level 5%. To know the influence of both variables is done correlation and regression test.

The results showed that the composition of planting media (25% tailings : 75% compost) and the addition of 50 mycorrhiza spores increased plant height up to 45,67 cm (42,87%), and the number of leaves is 9,34 (72,97%), and able to absorb P uptake is 2,9 g.tan⁻¹ (45,79%).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Kompos Dan Mikoriza Arbuskular (*Glomus* sp.) Pada *Tailing* Tambang Emas Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Fosfor Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)”

Penulis menyadari telah menerima banyak bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini, sehingga penulisan tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih banyak atas segala bantuan serta dukungan yang tulus dan ikhlas dari semua pihak selama proses pengerjaan skripsi ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua dan adik tercinta yang senantiasa memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dalam setiap kegiatan yang penulis lakukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Budi Prasetya, MP selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
4. Izzuddin, Wakhid, Angga, Aditya, Handy dan Rika yang telah membantu dalam proses persiapan, penanaman, dan perawatan saat penelitian.
5. Herdi, Harry, dan Agus yang telah membantu dalam proses mengolah hasil penelitian.
6. Erlita Widiya, Afda, Desy, Venna, Hera, Christy, Rajif, Endro, dan Donny atas motivasi serta kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
7. Teman-teman MSDL 2013 dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, maupun pihak yang berkaitan.

Malang, Juni 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Indramayu pada tanggal 25 November 1994 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Jabidin dan Ibu Safuroh. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Sukaurip 1 pada tahun 2001-2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Balongan pada tahun 2007-2010. Pada tahun 2010-2013 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Indramayu. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif pada organisasi Eksekutif Mahasiswa (EM) pada tahun 2013 sebagai staff muda dan Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas Brawijaya (DPM UB) pada tahun 2014 sebagai staff ahli komisi II. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kepanitiaan seperti TOMBAK (*Training of Motivation to Build Ability with Knowledge*) pada tahun 2013, Dialog Kebangsaan 2014 pada tahun 2014, Carnival Himadata pada tahun 2014, AVG (*Agriculture Vaganza*) pada tahun 2014, SLASH (*Soil Launch Anniversary of HMIT*), serta GATRAKSI 2017. Penulis juga pernah aktif sebagai asisten praktikum pada mata kuliah Pertanian Berlanjut 2017, Teknologi Konservasi Sumberdaya Lahan 2017, dan Manajemen Kesuburan Tanah 2017. Penulis mengikuti magang kerja di UPT Loka Uji Teknik Pertambangan Jampang Kulon - LIPI, Sukabumi pada tahun 2016.

DAFTAR ISI

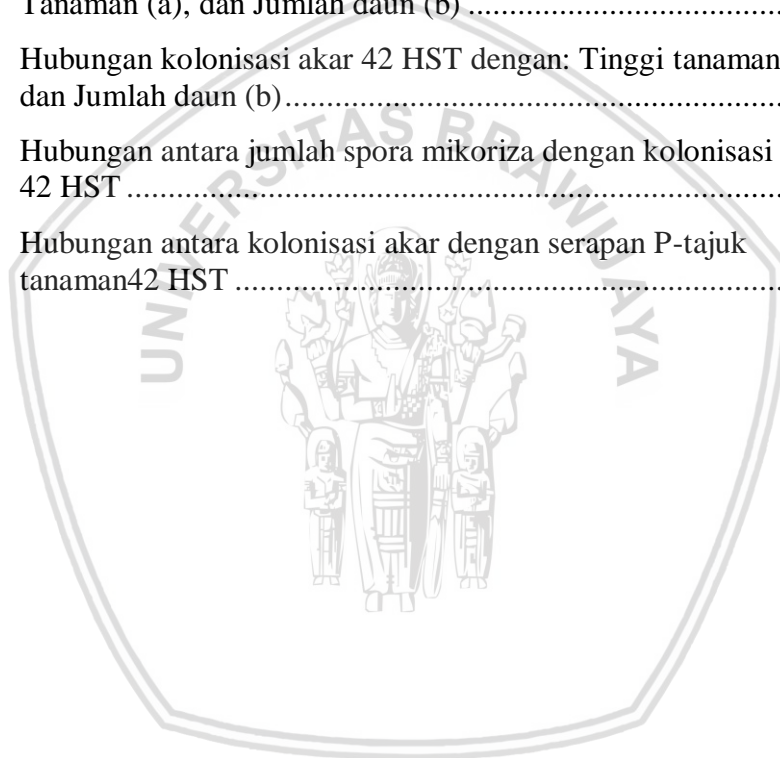
	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
1.5. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Tailing</i> Tambang Emas	5
2.2 Remediasi Tanah Tercemar Limbah Tambang (<i>Tailing</i>).....	6
2.3 Mikoriza	7
2.4 Jenis-jenis Mikoriza.....	7
2.5 Perkembangan Mikoriza Arbuskular	10
2.6 Kompos	12
2.7 Tanaman Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.)	13
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	21
3.6 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil	24
4.2 Pembahasan Umum	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik fisik dan kimia <i>tailing</i>	5
2.	Tumbuhan hiperakumulator dan unsur yang diserap	6
3.	Klasifikasi mikoriza arbuskular (MA) ordo <i>Glomeromycota</i>	9
4.	Unit perlakuan penelitian	17
5.	Jenis-jenis analisis dasar yang dilakukan pada media percobaan (<i>tailing</i> dan kompos)	18
6.	Parameter pengamatan pada tanaman, media tanam dan mikoriza.....	22
7.	Kriteria efektivitas derajat infeksi mikoriza (Kolonisasi)	23
8.	Rerata tinggi tanaman bunga matahari dan uji Duncan pada 7 sampai 42 HST	25
9.	Rerata jumlah daun tanaman bunga matahari dan uji Duncan pada 7 sampai 42 HST	26
10.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap pH media tanam 42 HST	27
11.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap C-organik media tanam 42 HST.....	28
12.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap P-tersedia media tanam 42 HST.....	29
13.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap serapan P-tajuk tanaman 42 HST	31
14.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap jumlah spora mikoriza 42 HST	32
15.	Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap kolonisasi akar 42 HST.....	33

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	<i>Glomussporocarp</i> perbesaran 400x	9
2.	Cara penanaman bunga matahari dan inokulasi spora mikoriza	21
3.	Hubungan P-tersedia 42 HST dengan: Tinggi Tanaman (a), dan Jumlah daun (b)	34
4.	Hubungan serapan P-tajuk tanaman 42 HST dengan: Tinggi Tanaman (a), dan Jumlah daun (b)	35
5.	Hubungan jumlah spora mikoriza 42 HST dengan: Tinggi Tanaman (a), dan Jumlah daun (b)	36
6.	Hubungan kolonisasi akar 42 HST dengan: Tinggi tanaman (a), dan Jumlah daun (b)	37
7.	Hubungan antara jumlah spora mikoriza dengan kolonisasi akar 42 HST	39
8.	Hubungan antara kolonisasi akar dengan serapan P-tajuk tanaman 42 HST	40



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Jadwal kegiatan skripsi	46
2.	Denah penelitian	47
3.	Perhitungan komposisi media tanam	48
4.	Hasil analisis dasar <i>Tailing</i> dan Kompos	49
5.	Hasil analisis spora mikoriza & kolonisasi akar (42 HST)	49
6.	Hasil analisis media tanam (42 HST)	50
7.	Analisis ragam tinggi tanaman pada 7 HST sampai 42 HST	51
8.	Analisis ragam jumlah daun pada 7 HST sampai 42 HST	52
9.	Analisis ragam pH media tanam (42 HST)	54
10.	Analisis ragam C-organik media tanam (42 HST)	54
11.	Analisis ragam P-tersedia media tanam(42 HST)	54
12.	Analisis ragam serapan P-tajuk tanaman (42 HST).....	54
13.	Analisis ragam jumlah spora mikoriza(42 HST).....	55
14.	Analisis ragam kolonisasi akar (42 HST)	55
15.	Korelasi antar parameter pada keseluruhan data	56
16.	Dokumentasi.....	57

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan pertambangan bahan galian berharga dari lapisan bumi telah berlangsung sejak lama, salah satunya adalah pertambangan emas. Sektor pertambangan emas di Indonesia dibedakan menjadi 3 sektor yaitu, tambang emas skala besar, tambang emas skala sedang, dan tambang emas skala kecil. Secara umum kegiatan pertambangan emas yang sering dijumpai di Indonesia adalah pertambangan emas skala kecil. Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, merupakan salah satu daerah pertambangan emas skala kecil yang sudah beroperasi sejak tahun 1980-an. Metode yang digunakan penambang untuk mendapatkan emas adalah amalgamasi merkuri dan sianidasi, metode ini merupakan metode tradisional yang sering dijumpai pada pertambangan emas skala kecil.

Metode amalgamasi merkuri (Hg) atau sianidasi akan menghasilkan limbah berupa lumpur yang disebut *tailing*. Menurut Fauziyah (2009), *tailing* adalah limbah (lumpur) yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan pertambangan emas dalam jumlah banyak. Tingginya limbah *tailing* yang dihasilkan dari kegiatan penambangan menjadi masalah yang sangat serius, yaitu menurunnya kualitas tanah, karena *tailing* dibuang begitu saja tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Pembuangan limbah *tailing* tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mengganggu pertumbuhan tanaman bahkan menurunkan produksi tanaman pangan, karena pada *tailing* hasil pengolahan metode amalgamasi umumnya masih mengandung unsur emas (Au) dan salah satu atau beberapa unsur logam berbahaya yaitu Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), dan Merkuri (Hg). Menurut Widaningrum *et al.* (2007), apabila terdapat logam berat dalam tanah pertanian maka dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian, selain itu dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil pertanian yang ditanam pada tanah tercemar logam berat tersebut. *Tailing* tambang emas di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat mempunyai kandungan C-organik sebesar 0,32%, N-total 0,05%, P 10,50 ppm, K 0,10 me/100g, Pb 165,00 ppm, dan pH 6,60 (Fauziyah, 2009).

Upaya penanganan lahan yang tercemar akibat *tailing* yang mengandung logam berat masih jarang dilakukan, hal ini karena diperlukan biaya yang cukup besar untuk memperbaiki lahan tercemar tersebut. Akan tetapi pengolahan limbah *tailing* yang mengandung logam berat tetap perlu dilakukan agar tidak membahayakan lingkungan ataupun manusia. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk pembebasan kondisi kimia tanah dari unsur logam berat adalah dengan teknologi fitoremediasi menggunakan jenis tanaman hiperakumulator.

Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan hijau atau mikroorganisme yang berasosiasi untuk menyarap, memindahkan, menurunkan serta mengurangi konsentrasi senyawa toksik dalam tanah (Truu *et al.*, 2003). Teknologi fitoremediasi memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah ramah lingkungan, murah dan dapat dilakukan secara langsung pada lahan atau tanah yang tercemar logam berat (Purwantari, 2007). Namun, kegiatan fitoremediasi menggunakan tanaman memiliki kelemahan yaitu apabila tanaman yang digunakan merupakan tanaman pangan untuk dikonsumsi oleh manusia ataupun hewan, maka dapat bersifat racun bagi tubuh bila dikonsumsi. Salah satu tanaman hiperakumulator untuk fitoremediasi adalah bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), karena tanaman bunga matahari mempunyai toleransi terhadap logam berat dan dapat dimanfaatkan untuk tanaman hias, tanaman komoditi, serta tanaman yang berfungsi untuk pengobatan (Rukmana, 2004).

Pada kondisi lahan yang tercemar logam berat, keberadaan unsur hara bagi tanaman sangat sedikit, sehingga membutuhkan tambahan unsur hara untuk mencukupi kebutuhan tanaman. Sumber unsur hara makro dan mikro bagi tanaman bisa didapatkan dari penambahan kompos pada kegiatan fitoremediasi, selain itu kompos dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Simanungkalit *et al.*, 2006). Bahan organik yang diberikan mampu meningkatkan biomassa tanaman. Proses penyerapan unsur hara bagi tanaman dapat dibantu dengan menginokulasikan mikoriza arbuskular, supaya unsur hara yang sulit dijangkau oleh akar tanaman dapat diserap melalui hifa yang dibentuk oleh mikoriza. Selain itu inokulasi mikoriza arbuskular dapat membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal. Menurut Suharno dan Santosa (2005) mikoriza arbuskular memiliki manfaat bagi tanaman, diantaranya dapat meningkatkan penyerapan ion

dengan tingkat mobilitas rendah, antara lain fosfat (PO_4^{-3}) dan amonium (NH_4^+) serta unsur hara tanah yang relatif immobil yaitu belerang (S), tembaga (Cu), seng (Zn), Boron (B), dan juga mampu berperan sebagai biokontrol penyerapan logam berat, serta dapat membantu tanaman terhindar dari keracunan logam berat, dimana logam berat tersebut diikat dan dikelilingi oleh gugus karboksil dari senyawa pektat (hemiselulose) yang dihasilkan diantara matriks mikoriza dengan tanaman inang (Paul dan Clark, 1996). Penambahan inokulum mikoriza arbuskular pada area limbah bekas pertambangan (*tailing*) yang mengandung logam berat mampu meningkatkan keberhasilan proses remediasi pada lahan tersebut (Gaur dan Adholeya, 2004). Kompos sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman dan kemampuan bunga matahari yang tumbuh pada lahan terkontaminasi logam berat serta mikoriza arbuskular (*Glomus* sp.) yang mampu membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara mikro dan makro dijadikan dasar dalam penelitian ini.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dan jumlah spora mikoriza *Glomus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)?
2. Apakah jumlah pemberian spora *Glomus* sp. yang lebih banyak akan meningkatkan serapan P-tajuk tanaman bunga matahari?

1.3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang terurai diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

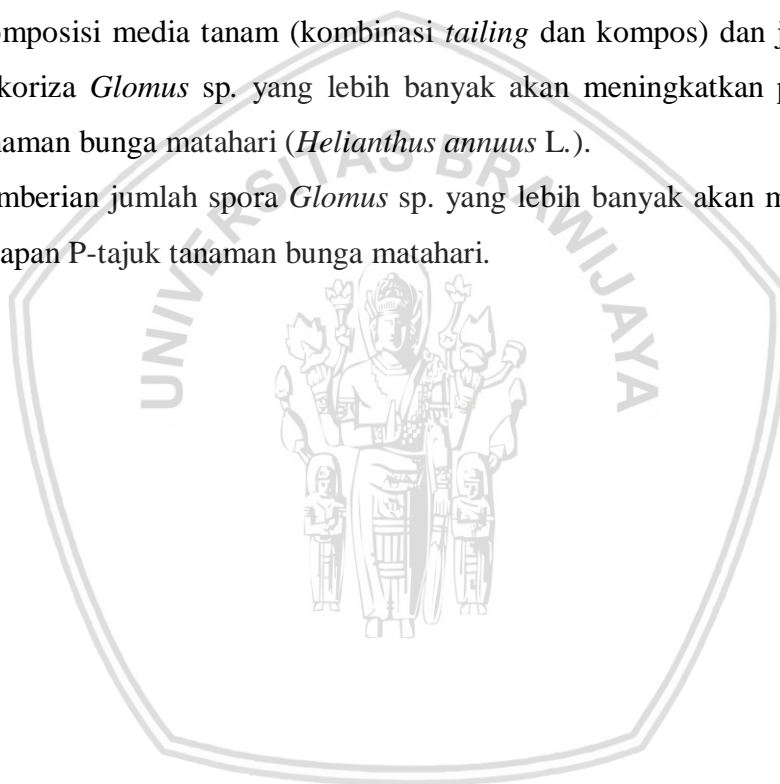
1. Mengetahui pengaruh berbagai komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dan jumlah spora mikoriza *Glomus* sp. terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.).
2. Mengetahui pengaruh jumlah pemberian spora mikoriza *Glomus* sp. yang lebih banyak terhadap serapan P-tajuk tanaman bunga matahari.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi mengenai pengaruh perbedaan komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dan jumlah spora mikoriza *Glomus* sp. terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), serta memberikan informasi mengenai pengaruh jumlah pemberian spora *Glomus* sp. yang lebih banyak terhadap serapan P-tajuk tanaman bunga matahari.

1.5. Hipotesis

1. Komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dan jumlah spora mikoriza *Glomus* sp. yang lebih banyak akan meningkatkan pertumbuhan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.).
2. Pemberian jumlah spora *Glomus* sp. yang lebih banyak akan meningkatkan serapan P-tajuk tanaman bunga matahari.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Tailing* Tambang Emas

Pengolahan bijih emas pada pertambangan rakyat dilakukan dengan dua cara, yaitu amalgamasi dan sianidasi. Metode amalgamasi dilakukan dengan mengolah bahan baku berupa bijih emas yang sudah dihancurkan, sedangkan metode sianidasi mengolah *tailing* dari proses amalgamasi. *Tailing* adalah limbah batuan atau tanah halus sisa-sisa dari pengerusan dan pemisahan (estraksi) mineral yang berharga (tembaga, emas, perak) dari bahan tambang (Setyaningsih, 2007). Hasil penelitian Pohan (2007) memperoleh bahwa *tailing* terdiri dari 50% fraksi pasir halus dengan diameter sekitar 0,075 – 0,4 mm dan 50% terdiri dari fraksi lempung dengan diameter kurang dari 0,075 mm.

Bahan tambang baik itu batuan, pasir maupun tanah setelah digali dan dikeruk, lalu dieskrak yang persentasenya sangat kecil dipisahkan lewat proses pengerusan (amalgamasi), bahan tambang yang begitu banyak disirami dengan zat-zat kimia (sianida, merkuri, arsenik) lalu bijih emas tembaga atau perak disaring oleh *Carbon Filter*. Proses pemisahan dan penyaringan mineral ini menyisakan lumpur dan air cucian bahan tambang (*tailing*), serta mineral berharga. Sedangkan *tailing* akan terbawa bersama zat-zat kimia yang mengandung logam berat/beracun seperti Pb 172,00 ppm (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia *tailing* (Setyaningsih, 2007)

No.	Sifat tanah	<i>Tailing</i>	*) Kategori
1.	pH (H ₂ O 1 :1)	7,1	Basa
2.	C-organik (%) <i>Walkley&Black</i>	0,39	SangatRendah
3.	N-total (%) Kjeldhal	0,05	SangatRendah
4.	P (ppm) Bray-I	11,7	Rendah
5.	K (me/100gr) <i>N NH₄Oac</i>	0,20	Rendah
6.	Pb (ppm) <i>N HCl 25%</i>	172	Tinggi
7.	Teksturpasir (%)	53,35	
8.	Teksturdebu (%)	41,22	
9.	Teksturliat (%)	5,43	

Keterangan: *) Kategori penilaian berdasarkan LPT (1983)

Menurut WALHI (2006), pembuangan *tailing* dalam skala besar akan merusak lingkungan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada tanah dan air yang akan berpengaruh terhadap tumbuhan dan hewan di sekitar areal pertambangan. Logam didalam *tailing* terutama merkuri (Hg) sangat beracun atau berbahaya bagi lingkungan.

2.2. Remediasi Tanah Tercemar Limbah Tambang (*Tailing*)

Berbagai macam teknologi remediasi sering digunakan mulai penimbunan tanah sampai pencucian tanah. Teknologi tersebut lebih cenderung untuk daerah yang sudah sangat tercemar. Menurut Rulita *et al.*, (2012) bahwa metode tersebut dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan sangat mahal jika diterapkan pada wilayah yang luas. Biaya yang tinggi tersebut akan sulit terpenuhi bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia.

Melihat kondisi alam dan meluasnya kontaminasi logam berat akibat limbah pengolahan tambang, serta biaya yang diperlukan cukup mahal untuk remediasi, beberapa tahun terakhir telah dikembangkan teknologi bioremediasi (melibatkan mikroorganisme) dan fitoremediasi (melibatkan tanaman) sebagai upaya remediasi tanah yang tercampur limbah organik dan anorganik dengan biaya yang relatif murah dan ramah lingkungan (Pilon-Smits, 2005). Fitoremediasi (*Phytoremediation*) merupakan salah satu metode pengolahan limbah tambang dengan memanfaatkan tanaman untuk menghilangkan dan menurunkan konsentrasi logam yang berlebih (Rulita *et al.*, 2012). Teknologi fitoremediasi lebih baik diaplikasikan pada wilayah dengan tingkat pencemaran rendah-sedang. Tanaman yang digunakan untuk fitoremediasi sebaiknya menggunakan tanaman lokal yang berada disekitar lokasi tanah tercemar, hal ini karena tanaman tersebut sudah beradaptasi dengan kondisi tercemar. Penelitian yang dilakukan oleh Donald *et al.*, (2000) mendapatkan hasil bahwa banyak tanaman yang mampu mentranslokasi unsur-unsur tertentu dengan konsentrasi tinggi ke rendah tanpa membuat tanaman tersebut tumbuh tidak normal (Hiperakumulator) (Tabel 2).

Tabel 2. Tumbuhan hiperakumulator dan unsur yang diserap (Donald *et al.*, 2000)

No.	Tumbuhan	Jenis unsur
1.	<i>Thlaspi caerulescens</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Rumex</i> , <i>Mimulus guttatus</i>	Cd (kadmium)
2.	<i>Lolium miscanthus</i> , <i>Thlaspi rotundifolium</i>	Pb (plumbum)
3.	<i>Aeolanthus biformifolius</i> , <i>Lolium miscanthus</i>	Cu (kuprum)
4.	<i>Alyxia rubricaulis</i>	Mn (mangan)
5.	<i>Alyssum bertolonii</i> , <i>A. lesbiacum</i> , <i>Berkheya coddii</i> , <i>Hybanthus floribundus</i> , <i>Thlaspi goesingense</i>	Ni (nikel)
6.	<i>Poaceae</i>	Fe (ferum)
7.	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Hg (merkuri)
8.	<i>Reynoutria sachalinensis</i> , <i>Chlamidomonas sp</i>	As (arsenik)

2.3. Mikoriza

Mycorrhizae merupakan istilah yang diambil dari bahasa Yunani yaitu *mykes* yang berarti fungi, dan *rhiza* yang berarti akar. Mikoriza dapat diartikan bentuk simbiosis mutualisme antara fungi dan sistem perakaran tumbuhan (Suharno dan Sancayaningsih, 2013). Adanya mikoriza pada akar tanaman merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara fungi dan sistem perakaran tanaman, dimana fungi membantu penyerapan unsur hara bagi tanaman inang, sedangkan tanaman inang membantu fungi mendapat senyawa karbon (nutrisi) dari hasil fotosintesis dan sebagai tempat hidup (Ashari, 2012). Simbiosis mikoriza dengan tumbuhan pada lahan subur tidak banyak berpengaruh positif, akan tetapi pada kondisi lahan kritis mikoriza mampu meningkatkan sebagian besar pertumbuhan tanaman.

Mikoriza arbuskular (MA) merupakan asosiasi akar dengan fungi yang umum dijumpai. Pada beberapa jenis mikoriza terlihat ada perkembangan struktur dalam akar tanaman, sementara pada tanaman tersebut mengalami peningkatan terhadap pertumbuhan dan hasilnya (Smith dan Read, 2008). Hubungan antara mikoriza dan akar tanaman tergantung pada jenis mikoriza, kondisi tanah serta interaksinya dengan tanaman itu sendiri (Harley dan Smith, 1983).

Keberadaan mikoriza arbuskular akan memberikan berbagai macam manfaat bagi tanaman inang. Menurut Sadikin *et al.* (2000) mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara terutama P dan hara lainnya (N, K, Ca, Mg, Cu, Mn dan Zn), produksi hormon dan zat pengatur tumbuh, serta ketahanan kekeringan dan serangan patogen akar. Mikoriza juga dapat mengurangi kandungan logam berat disekitar perakaran, dimana logam berat pada sekitar perakaran tersebut diikat dan dikelilingi oleh gugus karboksil dari senyawa pektat (hemiselulose) yang dihasilkan diantara matriks mikoriza dan tanaman inang (Paul dan Clark, 1996).

2.4. Jenis-jenis Mikoriza

Mikoriza arbuskular dibedakan menjadi dua jenis kelompok yaitu ektomikoriza dan endomikoriza (Supeni *et al.*, 2011). Selain dua jenis mikoriza tersebut, ada juga yang membedakan menjadi 3 jenis kelompok, jenis ketiga ini peralihan antara jenis endomikoriza dan ektomikoriza yang disebut

ektendomikoriza. Berikut jenis-jenis mikoriza yang dibedakan berdasarkan cara infeksi terhadap tanaman inang dan struktur mikoriza.

2.4.1. Ektomikoriza

Ektomikoriza merupakan fungi yang pendek, bercabang dua dan terkadang seperti tandan yang rapat. Simbiosis ektomikoriza terjadi pada sekitar akar tanaman, dimana terjadi perubahan morfologi pada ujung akar-akar lateral yang membesar diselimuti hifa (mantel hifa) dan apabila dilihat pada penampang melintang akar, akan tampak hifa yang tumbuh diantara sel-sel epidermis akar. Fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman seperti itu disebut fungi ektomikoriza, membentuk struktur beraneka bentuk dan warna serta dapat dijumpai disekitar pohon pada awal sampai akhir musim hujan (Smith dan Read, 2008).

Menurut Rao (1994) fungi yang termasuk kelompok ektomikoriza pada umumnya adalah *Basidiomycetes* yang meliputi famili-famili *Amanitaceae*, *Boletaceae*, *Tricholomocataceae*, *Cortinariaceae*, *Sclerodermataceae*, *Russulaceae*, dan *Rhizopogonaceae*. Fungi-fungi tersebut termasuk kedalam genus-genus *Amanita*, *Boletus*, *Cantharellus*, *Cortinarius*, *Entoloma*, *Gomphidius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Paxillus*, *Russula*, *Rhizopogon*, *Scleroderma* dan *Cenococcum*.

2.4.2. Endomikoriza

Menurut Smith dan Read (2008) bahwa endomikoriza tergolong dalam mikoriza arbuskular (MA) karena mempunyai arbuskular dan pada beberapa genus mempunyai vesikula. Arbuskular menyerupai struktur pohon kecil dari percabangan hifa, fungsinya sebagai tempat pertukaran metabolit antara fungi dan tanaman, sementara vesikula berbentuk lonjong atau bulat, bentuk tersebut berasal dari menggelembungnya hifa fungi mikoriza, fungsinya sebagai organ penyimpan makanan. Mikoriza arbuskular merupakan sumberdaya hayati potensial yang terdapat di alam dan hampir dapat ditemukan diberbagai ekosistem (Supeni *et al.*, 2011). Tipe endomikoriza yang masuk kedalam ordo *Glomeromycota* yang dibagi dalam beberapa famili dan genus (Tabel 3).

Tabel 3. Klasifikasi mikoriza arbuskular (MA) ordo *Glomeromycota* (INVAM, 2012)

Ordo		Famili	Genus
<i>Glomeromycota</i>	1.	<i>Glomeraceae</i>	<i>Funneliformis</i> , <i>Septoglomus</i> , <i>Glomus</i> , <i>Rhizopagus</i>
	2.	<i>Pacisporaceae</i>	<i>Pacispora</i>
	3.	<i>Acaulosporaceae</i>	<i>Acaulosporae</i> , <i>Entrophospora</i>
	4.	<i>Diversisporaceae</i>	<i>Diversispora</i> , <i>Redeckera</i>
	5.	<i>Gigasporaceae</i>	<i>Gigaspora</i> , <i>Cetraspora</i>
	6.	<i>Claroideoglomeraceae</i>	<i>Claroideoglomus</i>
	7.	<i>Paraglomaceae</i>	<i>Paraglomus</i>
	8.	<i>Archaeosporaceae</i>	<i>Archaeospora</i>
	9.	<i>Ambisporaceae</i>	<i>Ambispora</i>
	10.	<i>Geosiphonaceae</i>	<i>Geosiphon</i>

Pada jenis endomikoriza memiliki hifa yang mampu masuk kedalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut *vesicle*, dan sistem percabangan hifa yang disebut dengan *arbuscule*, sehingga endomikoriza disebut juga *vesicular-arbuskularmicorrhizae* (MA). Fungi ini masuk kedalam sistem perakaran untuk melakukan simbiosis mutualisme antara mikoriza dengan akar tanaman. Menurut Supeni *et al.* (2011) endomikoriza masuk kedalam sel korteks dari akar serabut menggunakan hifa intraseluler. Fungi ini tidak membentuk selubung yang padat, namun membentuk miselium yang tersusun longgar pada permukaan akar. Pada *Glomus* sp., perkembangan spora diawali dari ujung hifa yang membesar dan membentuk spora. Dinding spora berwarna merah sampai coklat. Pada jenis ini tidak membentuk dinding perkecambahan, tetapi membentuk pori pada daerah dimana melekatnya hifa pembawa. Sehingga dinding spora berjumlah satu dan seluruh lapisan yang ada pada dinding spora berasal dari dinding hifa pembawa (Gambar 1).



Gambar 1. *Glomus sporocarp* perbesaran 400x
(Sumber: Nurhalimah *et al.*, 2013)

2.4.3. Ektendomikoriza

Ektendomikoriza merupakan mikoriza yang memiliki bentuk antara kedua mikoriza yang lain. Ciri-ciri dari ektendomikoriza antara lain adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan hartig, hifa yang dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel-sel korteks. Menurut Harley dan Smith (1983), penyebaran ektendomikoriza terbatas dalam tanah-tanah hutan sehingga pengetahuan tentang mikoriza ini sangat terbatas.

2.5. Perkembangan Mikoriza Arbuskular

Perkembangan mikoriza arbuskular dipengaruhi oleh faktor biotik dan faktor abiotik. Interaksi antar faktor biotik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza (Richard, 1987). Berikut faktor biotik yang berpengaruh terhadap pembentukan mikoriza arbuskular.

2.5.1. Cahaya

Cahaya berpengaruh terhadap perkembangan mikoriza arbuskular, rendahnya jumlah produksi spora dan akar tanaman yang terinfeksi mikoriza arbuskular dapat disebabkan oleh tingginya naungan tanaman inang. Menurut (Smith dan Read, 2008), naungan yang tinggi dapat menyebabkan respon dari tanaman terhadap mikoriza berkurang. Hal ini disebabkan adanya hambatan pada pertumbuhan dan perkembangan internal hifa dalam akar yang mengakibatkan perkembangan eksternal hifa pada *rhizosfer* terbatas.

2.5.2. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi perkembangan spora mikoriza, penetrasi hifa pada sel akar dan perkembangan hifa pada korteks akar. Ketahanan dan simbiosis mikoriza juga dapat dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu, maka semakin meningkat produksi spora. Richard (1987) menyatakan bahwa suhu terbaik untuk perkembangan mikoriza yaitu berkisar pada suhu 28-35°C.

2.5.3. Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan serta infeksi mikoriza terhadap akar tanaman. Apabila terdapat genangan air maka kondisi

tanah akan menjadi anaerob, sehingga menghambat perkembangan mikoriza karena fungi pembentuk mikoriza adalah obligat aerob. Sedangkan apabila kekurangan air akan menyebabkan kondisi tanah kering. Kondisi tanah yang kering sangat mendukung bagi perkembangan mikoriza.

2.5.4. pH Tanah

Mikoriza pada umumnya memiliki adaptasi yang baik pada perubahan pH tanah. pH tanah berpengaruh pada perkecambahan, perkembangan, dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. pH yang optimum bagi perkecambahan mikoriza berbeda-beda tergantung pada adaptasi mikoriza dengan lingkungan. Contoh spesies mikoriza arbuskular yang beradaptasi pada pH dengan lingkungan yang berbeda antara lain, *Glomus mosseae* dapat berkecambah dengan baik pada pH 6,5-7 dengan kerapatan berkisar antara 10-50 spora 100 g tanah⁻¹ pada lahan vulkanis. *Glomus epigaeum* perkecambahannya lebih baik pada pH 6-8 dengan kerapatan mikoriza 30-300 spora 100 g tanah⁻¹ pada lahan karst. Spora *Gigasporacoralloidea* dan *Gigasporaheterogama* dapat berkecambah dengan baik pada pH <7 dengan kerapatan berkisar antara 10-20 spora 100 g tanah⁻¹ (Nrangwesthi *et al.*, 2016).

2.5.5. Logam Berat dan Unsur Lain

Kandungan logam berat yang terdapat dalam tanah dapat mempengaruhi perkembangan mikoriza. Diketahui bahwa beberapa spesies mikoriza arbuskular mampu beradaptasi pada tanah yang tercemar seng (Zn), tetapi sebagian besar spesies mikoriza peka terhadap kandungan Zn yang tinggi dalam tanah. Pada beberapa penelitian lain diketahui pula mikoriza tertentu toleran terhadap kandungan Mn, Al, dan Na yang tinggi (Shi *et al.*, 2007).

2.5.6. Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen yang membantu dalam meningkatkan kesuburan tanah serta memperbaiki sifat-sifat tanah. Kandungan bahan organik dalam tanah berhubungan dengan jumlah spora yang ada. Sundari *et al.* (2011) menyatakan tanah dengan kadar bahan organik 1-2% ditemukan

spora dengan kerapatan tinggi, sedangkan pada tanah berbahan organik kurang dari 0,5% kerapatan spora sangat rendah.

2.5.7. Tanaman Inang

Mikoriza arbuskular merupakan simbion obligat dimana dalam siklus hidupnya membutuhkan tanaman inang untuk tempat hidup. Tanaman inang merupakan sumber senyawa karbon yang merupakan nutrisi bagi mikoriza. Kondisi fisik tanaman inang akan mempengaruhi perkembangan mikoriza. Shi *et al.* (2007) menyatakan bahwa pada saat kondisi tanaman inang terganggu maka mikoriza cenderung membentuk spora lebih banyak.

2.5.8. Mikroorganisme lain

Mikroorganisme lain yang ada didalam tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman inang, hal ini karena mikroorganisme didalam tanah ada yang bersifat antagonis dan ada juga yang bersifat non-antagonis terhadap tanaman. Mikroorganisme yang bersifat antagonis akan menyerang tanaman inang dan menimbulkan gangguan fisik, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman inang dan dapat mengganggu perkembangan mikoriza (Paulitz dan Linderman, 1991). Namun mikroorganisme yang bersifat non-antagonis tidak menimbulkan gangguan fisik justru terkadang dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman inang.

2.6. Kompos

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah (Simanungkalit *et al.*, 2006). Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Proses pengomposan di alam terbuka bisa terjadi dengan sendirinya lewat proses alamiah, namun proses tersebut berlangsung cukup lama, bahkan dapat bertahun-tahun. Kebutuhan akan tanah subur semakin mendesak, oleh karena itu proses tersebut perlu dipercepat dengan bantuan manusia, serta cara yang baik, sehingga diperoleh kompos yang berkualitas baik (Murbando, 2010). Hasil penelitian

Darmayanti dan Fiqa (2010) memperoleh data bahwa kandungan unsur hara kompos yang dibuat oleh UPT Kompos Universitas Brawijaya adalah C-organik 17,8%, 1% N, 0,81 ppm P_2O_5 , 0,88 me.100gr⁻¹ K_2O , dan Ca 1,2 cmol.kg⁻¹. Kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman berbeda-beda, tergantung pada jenis tanaman, kesuburan tanah, dan pengelolaan tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Penggunaan pupuk kimia secara terus menerus menyebabkan tanah pertanian menjadi jenuh oleh residu bahan kimia dan dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian.

Pupuk organik sangat berpengaruh sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan (Murbandono, 2010). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemakaian pupuk organik juga dapat memberi pertumbuhan dan hasil tanaman yang baik. Bahan organik yang diberikan ke tanah tempat tumbuh tanaman dapat meningkatkan biomassa tanaman. Berdasarkan penelitian Djuniwati *et al.* (2003) pengaruh bahan organik berupa kompos tanaman penutup tanah jenis legum *Pueraria javanica* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Andisol dalam 4 minggu setelah tanam (MST). Kompos yang diberikan dapat meningkatkan tinggi tanaman dan bobot kering berturut-turut berkisar antara 32-41% dan 68-105%. Kompos yang diberikan pada lahan kritis 150 g polybag⁻¹ dapat meningkatkan pH media tanam 6,68, kadar C-organik 1%, P-tersedia 3,39 ppm, dan tinggi tanaman sampai 50,33 cm pada tanaman bunga matahari 40 HST (Suwarniati, 2014).

2.7. Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) adalah tumbuhan asli dari daerah Amerika Utara, Meksiko, Chile, dan Peru. Tanaman ini merupakan tumbuhan semusim. Budidaya bunga matahari banyak dilakukan oleh banyak negara, hal ini karena hampir seluruh bagian tanaman bunga matahari dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan seperti pangan, industri, pakan ternak, dan tanaman hias (Ardiyansyah, 2010). Budidaya bunga matahari dikelompokkan berdasarkan kegunaannya sebagai berikut: (1) Kultivar penghasil minyak. Bagian tanaman yang dimanfaatkan berupa biji. Biji bunga matahari jenis ini memiliki cangkang biji yang tipis. Kandungan minyak biji matahari berkisar antara 48% hingga 52%.

Kultivar penghasil minyak dapat menghasilkan biji yang mengandung asam oleat hingga 80%-90%; (2) Kelompok kuaci. Biji bunga matahari dibudidayakan untuk menghasilkan bahan baku makanan ringan biji kuaci. Biji yang dihasilkan oleh kultivar ini umumnya hanya memiliki kandungan asam oleat yang lebih kecil (hanya 25%) bila dibandingkan kultivar penghasil minyak; (3) Kelompok pakan ternak. Tanaman dipanen dalam bentuk daun sebagai pakan ternak atau pupuk hijau. Tanaman ini memiliki kandungan serat yang cukup tinggi, kandungan lisin yang rendah, dan kandungan metionin yang tinggi dibandingkan kedelai, sehingga dapat digunakan sebagai pakan ternak; (4) Kelompok tanaman hias. Beberapa kultivar dari kelompok ini memiliki berbagai variasi ukuran dan warna helaian mahkota bunga yang sangat menarik dan umumnya memiliki banyak cabang yang menghasilkan bunga.

Dilihat dari tinjauan botanisnya tanaman bunga matahari dimasukkan kedalam kingdom *Plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnoliopsida*, ordo *Asterales*, famili *Asteraceae*, genus *Helianthus* dan spesies *Helianthus annuus* L. (CAB International, 2005). Bunga matahari merupakan tanaman semusim berbatang basah, umumnya berumur pendek atau kurang dari setahun. Pohon berbatang tegak, agak melengkung pada tanaman yang dewasa, seringkali tidak bercabang, tinggi 90-400 cm, batang berdiameter relatif kecil, kurang dari 5 cm, dan berbulu kasar. Bunga matahari dikenal berperilaku heliotropik, yaitu pada siang hari permukaan bunga menghadap ke arah matahari dan pada malam hari bunga tertunduk ke arah bawah.

Tanaman bunga matahari sangat cocok tumbuh pada tanah berpasir hingga tanah liat dengan pH berkisar dari 6,5 sampai 7,5 (Rukmana, 2004). Kebutuhan air selama masa pertumbuhan tanaman umumnya berkisar antara 300 dan 700 mm, walaupun hal ini bergantung pada kultivar tanaman, tipe tanah dan iklim. Curah hujan diatas 1000 mm dapat beresiko tanaman terserang penyakit karena lahan dapat terendam. Bunga matahari akan lebih baik pertumbuhannya apabila ditanam dilahan terbuka dengan penyinaran cahaya matahari langsung, cahaya hari panjang menyebabkan tanaman menjadi tinggi. Tanaman ini umumnya ditanam sebagai tanaman hias di pekarangan rumah, paling subur tumbuh di daerah pegunungan yang memiliki kelembaban udara cukup dan banyak

mendapat sinar matahari langsung. Menurut Rukmana (2004) tanah yang sesuai untuk pertumbuhan bunga matahari adalah tanah berpasir hingga tanah liat. Bunga matahari merupakan tanaman cepat tumbuh dengan produksi biomasa yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi (penyerapan) logam-logam beracun diantaranya Cu, Zn, Pb, Hg, As, Cd dan Ni pada tanah yang terkontaminasi.



III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2017 sampai Juni 2017 (Lampiran 1). Pengambilan sampel *tailing* dilakukan di Daerah Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Penanaman tanaman Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dilakukan di rumah kaca Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Biologi dan Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk pengambilan sampel *tailing* adalah karung, tali rafia, cangkul, dan spidol, sedangkan untuk penanaman dan perawatan tanaman Bunga matahari di rumah kaca yaitu *polybag*, sekop, gembor, meteran, kertas label, dan *form* pengamatan. Alat untuk pengamatan laboratorium adalah saringan 250 μm , 105 μm 45 μm , tabung *centrifuge*, cawan petri, pinset spora, pipet, sprayer, mikroskop, kaca preparat, kaca penutup, tabung reaksi, mesin pengocok, dan spektrofotometer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tailing* tambang emas sebanyak 60 kg, tanaman Bunga matahari, spora mikoriza *Glomus* sp., pupuk kompos, dan kertas saring. Bahan yang digunakan untuk ekstraksi spora, isolasi dan identifikasi mikoriza adalah sampel tanah dari Hutan Lindung UB *Forest*, aquadest sebagai pelarut dan air gula dengan konsentrasi 60%, sedangkan untuk menghitung kolonisasi pada akar menggunakan bahan akar tanaman, KOH 10%, HCl 2%, dan *trypanblue* dalam laktofenol 0.05%. Bahan untuk media tanam berupa kombinasi antara *tailing* dengan kompos sebanyak 5 kg setara kering oven.

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor perlakuan, Faktor pertama komposisi media tanam (M) yang terdiri dari 5 taraf dan faktor kedua inokulasi jumlah spora mikoriza (S) yang terdiri 3 taraf. Dari 2 faktor tersebut, maka didapatkan 15 unit perlakuan (Tabel 4) dan diulang sebanyak 3 kali ulangan, sehingga didapatkan 45 unit percobaan.

Perlakuan yang dilakukan dengan 2 Faktor sebagai berikut:

Faktor I. Komposisi Media Tanam setara Kering Oven (M)

M1 : 75% *tailing* : 25% kompos, setara 3,75 kg *tailing* + 1,25 kg kompos.

M2 : 60% *tailing* : 40% kompos, setara 3 kg *tailing* + 2 kg kompos.

M3 : 50% *tailing* : 50% kompos, setara 2,5 kg *tailing* + 2,5 kg kompos.

M4 : 40% *tailing* : 60% kompos, setara 2 kg *tailing* + 3 kg kompos.

M5 : 25% *tailing* : 75% kompos, setara 1,25 kg *tailing* + 3,75 kg kompos.

Faktor II. Jumlah Spora Mikoriza *Glomus* sp. (S)

S0 : Tanpa spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹

S1 : 25 spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹

S2 : 50 spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹

Tabel 4. Unit perlakuan penelitian

No.	Kode	Perlakuan
1.	M1S0	75% <i>tailing</i> : 25% kompos + tanpa spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
2.	M2S0	60% <i>tailing</i> : 40% kompos + tanpa spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
3.	M3S0	50% <i>tailing</i> : 50% kompos + tanpa spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
4.	M4S0	40% <i>tailing</i> : 60% kompos + tanpa spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
5.	M5S0	25% <i>tailing</i> : 75% kompos + tanpa spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
6.	M1S1	75% <i>tailing</i> : 25% kompos + 25 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
7.	M2S1	60% <i>tailing</i> : 40% kompos + 25 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
8.	M3S1	50% <i>tailing</i> : 50% kompos + 25 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
9.	M4S1	40% <i>tailing</i> : 60% kompos + 25 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
10.	M5S1	25% <i>tailing</i> : 75% kompos + 25 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
11.	M1S2	75% <i>tailing</i> : 25% kompos + 50 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
12.	M2S2	60% <i>tailing</i> : 40% kompos + 50 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
13.	M3S2	50% <i>tailing</i> : 50% kompos + 50 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
14.	M4S2	40% <i>tailing</i> : 60% kompos + 50 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹
15.	M5S2	25% <i>tailing</i> : 75% kompos + 50 spora <i>Glomus</i> sp. <i>polybag</i> ⁻¹

Keterangan: Komposisi media tanam (*tailing* & kompos) setara kering oven; Denah Penelitian (Lampiran 2); Perhitungan komposisi media tanam (Lampiran 3)

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahap yaitu: (1) Pengambilan sampel *tailing* dan sampel tanah, analisis mikoriza meliputi ekstraksi, isolasi, identifikasi spora; (2) Penanaman tanaman bunga matahari dengan inokulasi spora pada berbagai komposisi media tanam; (3) Analisis laboratorium sifat biologi dan kimia tanah pada hasil percobaan setelah masa vegetatif tanaman (42 HST).

3.4.1. Pengambilan *Tailing* sebagai Media Tanam Percobaan

Pengambilan *tailing* dilakukan di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Pengambilan *tailing* merupakan kegiatan untuk

menyiapkan bahan yang akan digunakan sebagai media tanam dalam penelitian. Pengambilan *tailing* dilakukan dengan metode acak. *Tailing* yang diambil merupakan *tailing* pengolahan pertama sampai kedalaman 0-80 cm. *Tailing* diambil dengan menggunakan tangan kemudian dimasukkan kedalam karung sebanyak sebanyak 60 kg. Sampel *tailing* dibawa ke rumah kaca Dau, Kabupaten Malang untuk dikering anginkan selama 7 hari, kemudian dihancurkan menggunakan *mortar dan pestle*.

3.4.2. Analisis Dasar Media Percobaan (*Tailing* dan Kompos)

Analisis dasar dilakukan pada *tailing* dan kompos sebagai media tanam. Pada *tailing* dilakukan analisis dasar kandungan logam berat merkuri (Hg) dan Timbal (Pb), pH *tailing*, C-organik, serta P-tersedia. Pada kompos dilakukan analisis dasar seperti pH, C-organik, dan P-tersedia (Tabel 5).

Tabel 5. Jenis-jenis analisis dasar yang dilakukan pada media percobaan (*tailing* dan kompos)

Objek	Analisis	Alat / Metode
<i>Tailing</i>	pH (H ₂ O)	pH Meter
	C-organik (%)	Walkley and Black
	P-tersedia (ppm)	Pengekstrak Bray-I / Olsen
	N-total (%)	Kjeldahl
	K ₂ O (g.100 ⁻¹)	Flamefotometer
	Pb (ppm)	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
	Hg (ppm)	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
	Au (ppm)	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
Kompos	pH (H ₂ O)	pH Meter
	C-Organik (%)	Walkley and Black
	P-tersedia (ppm)	Pengekstrak Bray-I / Olsen
	N-total (%)	Kjeldahl
	K ₂ O (g.100 ⁻¹)	Flamefotometer

Keterangan: Hasil analisis dasar media percobaan (Lampiran 4)

3.4.3. Identifikasi dan Pengamatan Jumlah Spora Mikoriza (*Glomus* sp.)

Analisis mikoriza yang dilakukan di laboratorium berupa ekstraksi, isolasi dan identifikasi spora mikoriza. Sampel tanah yang digunakan untuk analisis mikoriza yaitu sampel tanah *rhizosfer* (tanah dari sekitar daerah perakaran sehingga langsung dipengaruhi oleh akar tanaman) yang berasal dari UB *Forest*. Metode yang digunakan dalam ekstraksi dan isolasi spora yaitu menggunakan metode *Wet Sieving* (ayakan basah). *Wet Sieving* digunakan untuk mengisolasi

spora sehingga terpisah dengan tanah dan dapat memudahkan dalam perhitungan jumlah spora serta identifikasi mikoriza.

Metode *Wet Sieving* dilakukan dengan langkah sebagai berikut: (1) Membuat suspensi tanah dengan 100 g sampel tanah yang dilarutkan dengan aquadest secukupnya (sekitar 500-800 ml); (2) Menyaring suspensi tersebut menggunakan saringan bersusun yaitu 250 μm , 105 μm , dan 45 μm ; (3) Membilas endapan pada saringan terakhir menggunakan sprayer yang berisi aquadest; (4) Mencampur endapan yang terbilas tersebut dengan 200 ml aquadest didalam *beaker glass*; (5) Setelah tercampur, mengaduk campuran tersebut hingga merata dengan hati-hati agar tidak merusak spora; (6) Kemudian, memasukkan suspensi tersebut kedalam 12 tabung *centrifuge* dan membaginya secara merata sampai batas $\frac{3}{4}$ tabung; (7) Setelah terbagi merata, menambahkan larutan gula 60% sebanyak $\frac{1}{4}$ tabung *centrifuge* (± 10 ml) dan di *centrifuge* dengan kecepatan 2700 rpm selama 2 menit untuk memisahkan spora dari bahan pengotor lainnya; (8) Setelah di *centrifuge*, mengambil bagian teratas yang paling bening menggunakan pipet hisap dan meletakkan pada saringan 45 μm ; (9) Membilas endapan teratas tersebut menggunakan aquadest untuk menghilangkan larutan gula yang mengikat spora; (10) Kemudian menyemprot endapan tersebut menggunakan sprayer berisi aquadest dengan hati-hati dan ditampung pada cawan petri; (11) Setelah itu melakukan pengamatan spora menggunakan mikroskop (Nusantara *et al.*, 2012).

3.4.4. Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan sebelum percobaan penelitian dilaksanakan. Bahan media tanam yang digunakan adalah *tailing* tambang emas dankompos. *Tailing* tambang emas diambil dari Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat dan kompos yang didapatkan dari UPT Kompos Universitas Brawijaya, Malang.

Setelah kedua bahan dipersiapkan, kemudian dilakukan pencampuran *tailing* dan kompos sesuai dengan perlakuan dan diaduk hingga merata pada kondisi kering angin. Masing-masing berat media yang digunakan yaitu 5 kg setara kering oven dengan komposisi kedua bahan media. Setelah masing-masing komposisi media tanam selesai disiapkan, kemudian disusun pada tempat yang sudah disediakan sesuai dengan denah percobaan (Lampiran 2) dan dibiarkan

selama 1 minggu dengan perlakuan penyiraman setiap pagi dan sore hari, hal ini bertujuan agar media tanam tercampur rata.

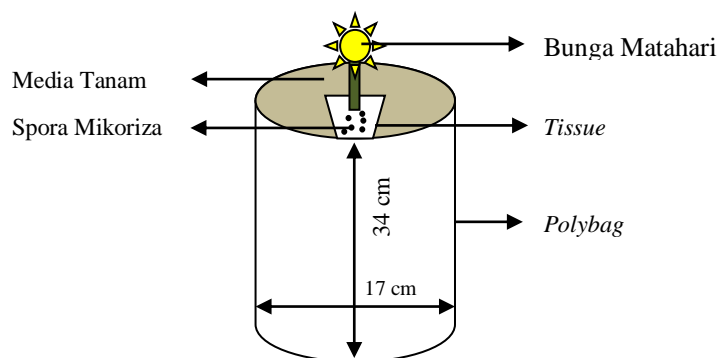
3.4.5. Persiapan Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)

Benih tanaman bunga matahari dicuci dan direndam aquadest steril selama 5 jam. Sebelum dilakukan penanaman benih tersebut disemai terlebih dahulu dengan ditata dalam wadah yang sudah dialasi dengan kapas dan ditutup dengan *tissue*, kemudian diberikan air untuk menciptakan kondisi lembab pada wadah tersebut. Kondisi lembab dipertahankan selama 3 hari, selanjutnya benih yang berkecambah dengan baik dan berukuran seragam dipilih untuk siap dipindahkan kedalam media tanam.

3.4.6. Penanaman Bunga Matahari dan Inokulasi Spora Mikoriza

Setelah dilakukan persiapan media dan persiapan tanaman, kemudian dilakukan penanaman dan inokulasi pada benih. Bahan yang digunakan dalam tahap ini berupa spora mikoriza hasil isolasi jenis *Glomus* sp. yang sudah dipisahkan sesuai dengan perlakuan S0, S1 (25 spora), S2 (50 spora), dan benih bunga matahari yang sudah dikecambahkan.

Aplikasi spora mikoriza dilakukan dengan cara pemberian langsung inokulum berupa spora. Sebelumnya spora jenis *Glomus* sp. dikumpulkan dalam suatu wadah *vial film* yaitu sebanyak jumlah perlakuan yang diaplikasikan S1 (25 spora) dan S2 (50 spora). Penanaman dan inokulasi spora dilakukan setelah dibuat lubang tanam pada masing-masing media sekitar 5 cm, kemudian kertas saring dimasukkan kedalam lubang tanam dibentuk corong (Gambar 2), tujuannya adalah pada saat benih berkecambah diharapkan dapat bersinggungan langsung dengan spora mikoriza. Setelah kertas saring dimasukkan kedalam lubang tanam, lalu benih bunga matahari dimasukkan kedalam kertas saring. Spora yang sudah dikumpulkan dalam *vial film* dituangkan kedalam lubang tanam yang sudah terdapat benih bunga matahari sehingga mikoriza dapat langsung menginfeksi. Setelah dilakukan aplikasi spora mikoriza, kemudian lubang tanam ditutup menggunakan media tanam percobaan.



Gambar 2. Cara penanaman bunga matahari dan inokulasi spora mikoriza

3.4.7. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan, dan penyulaman pada setiap perlakuan. Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari untuk mempertahankan keadaan kapasitas lapangan media tanam. Penyiangan dilakukan 7 hari sekali yaitu dengan membersihkan gulma yang ada disekitar tanaman percobaan agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman, penyiangan dilakukan dengan cara mekanis atau dicabut langsung dengan tangan. Penyulaman dapat dilakukan apabila tanaman percobaan tidak tumbuh atau mati dengan umur bibit tanaman yang sama agar pertumbuhannya sesuai dengan umur tanaman yang digantikan.

3.5. Pengamatan dan Pengumpulan Data

Parameter pada penelitian ini dilakukan pada 3 objek yaitu tanaman percobaan, analisis media tanam dan spora mikoriza. Pengamatan yang dilakukan pada tanaman percobaan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan serapan P-tajuk tanaman, sedangkan untuk analisis media tanam meliputi sifat kimia tanah seperti pH, C-organik, dan P-tersedia, serta pengamatan spora mikoriza seperti jumlah spora mikoriza dan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman (Tabel 6).

Tabel 6. Parameter pengamatan pada tanaman, media tanam dan mikoriza

Objek	Parameter	Alat / Metode	Waktu
Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Kuantitatif	7, 14, 21, 28, 35, 42 HST
	Jumlah Daun	Kuantitatif	7, 14, 21, 28, 35, 42 HST
	Serapan P-tajuk tanaman	Destruksi Basah	42 HST
Media Tanam	pH (H ₂ O)	pH Meter	Sebelum tanam dan 42 HST
	C-Organik (%)	Walkey and Black	Sebelum tanam dan 42 HST
	P-tersedia (ppm)	Bray-I / Olsen	Sebelum tanam dan 42 HST
Mikoriza	Jumlah Spora	Wet sieving	42 HST
	Kolonisasi Akar (%)	Pewarnaan akar	42 HST

3.5.1. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman bunga matahari dilakukan setiap 7 hari sekali, yaitu pada umur 7, 14, 21, 28, 35, dan 42 HST. Parameter pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada tinggi tanaman dan jumlah daun secara kuantitatif (perhitungan langsung). Pada pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari pangkal batang bagian bawah sampai bagian teratas tanaman menggunakan penggaris. Jumlah daun yang dihitung yaitu pada daun yang masih segar. Selain itu dilakukan pengamatan serapan P-tajuk tanaman pada 42 HST dengan menggunakan metode destruksi basah di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.5.2. Pengamatan Media Tanam

Pengamatan media tanam meliputi sifat kimia tanah yang dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengamatan yang dilakukan adalah pH pada awal sebelum tanam (*tailing* dan kompos) dan akhir (42 HST), C-organik sebelum tanam (*tailing* dan kompos) dan setelah 42 HST dengan menggunakan metode *Walkey and Black*, serta pengamatan P-tersedia dilakukan pada saat analisis awal sebelum tanam (*tailing* dan kompos) dan akhir yaitu 42 HST dengan metode Bray-I (jika pH media < 6,5) dan Olsen (jika pH media ≥ 6,5) (Sulaeman *et al.*, 2005).

3.5.3. Pengamatan Jumlah Spora Mikoriza dan Persentase Kolonisasi Akar

Pengamatan dilakukan setelah 42 HST, sampel yang digunakan dalam pengamatan jumlah spora mikoriza dan persentase kolonisasi akar yaitu media tanam masing-masing perlakuan dan sampel akar tanaman bunga matahari. Pada

pengamatan jumlah spora media tanam masing-masing perlakuan diambil sampel sebanyak 100 g media tanam⁻¹. Sampel diambil secara komposit dari keseluruhan bagian pada media tanam sehingga diharapkan mampu mewakili masing-masing perlakuan. Pengamatan jumlah spora mikoriza menggunakan metode *Wet Sieving*.

Pengambilan sampel akar tanaman bunga matahari dilakukan dengan memanen tanaman terlebih dahulu (42 HST). Akar tanaman bunga matahari dipotong pada batas tajuk, kemudian diambil untuk ditimbang terlebih dahulu kemudian dilakukan pengamatan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman di laboratorium menggunakan metode pewarnaan akar (*staining* dengan *trypan blue*). Persentase derajat kolonisasi dihitung berdasarkan rumus berikut (Musfal, 2008) kemudian dilihat nilai kolonisasinya dan disesuaikan dengan kriteria (Tabel 7).

$$\% \text{ Kolonisasi Akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah akar yang diamati}} \times 100\%$$

Tabel 7. Kriteria efektivitas derajat infeksi mikoriza (Kolonisasi) (Brundett *et al.*, 1996)

No	Derajat Infeksi	Kriteria
1.	0-5	Sangat Rendah
2.	>5-25	Rendah
3.	>25-50	Sedang
4.	>50-75	Tinggi
5.	>75-100	Sangat Tinggi

3.6. Analisis Data

Data yang didapatkan kemudian dilakukan tabulasi data dan perhitungan menggunakan Ms. Excel. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA) menggunakan *software* Genstat 12th. Apabila ANOVA menunjukkan hasil berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antar variabel dilakukan uji korelasi dan regresi menggunakan *software* Ms. Excel.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Aplikasi dari berbagai kombinasi media tanam (*tailing* dan kompos) dan inokulasi spora mikoriza arbuskular (*Glomus* sp.) mempengaruhi variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, pH media tanam, C-organik media tanam, P-tersedia media tanam, Serapan P-tajuk tanaman, jumlah spora mikoriza dan kolonisasi akar. Pada keseluruhan perlakuan yang dilakukan, maka didapatkan hasil pengamatan sebagai berikut:

4.1.1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman bunga matahari dilakukan setiap 7 hari sekali untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pada setiap perlakuan. Berdasarkan hasil analisis ragam pengamatan tinggi tanaman pada 7 sampai 42 hari setelah tanam (HST) menunjukkan bahwa faktor komposisi media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman ($p < 0,01$). Sedangkan untuk interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada 7 dan 14 HST, tetapi berpengaruh sangat nyata pada 21, 28 dan 35 HST, dan pada 42 HST menunjukkan berpengaruh nyata (Lampiran 7). Secara umum menunjukkan bahwa pada seluruh perlakuan diperoleh peningkatan tinggi tanaman dari 7 HST sampai dengan 42 HST (Tabel 8).

Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman bunga matahari diperoleh tanaman tertinggi pengamatan 42 HST pada perlakuan M5S2 (25% *tailing* : 75% kompos + 50 spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹) sebesar 80 cm, sedangkan tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan M1S0 (75% *tailing* : 25% kompos + tanpa spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹) sebesar 34,33 cm (Tabel 8). Penambahan pupuk kompos pada media tanam mampu membantu dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, selain itu kompos berpengaruh sebagai pembenah sifat fisik, kimia, dan biologis tanah (Murbandono, 2010). Inokulasi spora mikoriza mampu membantu penyerapan unsur hara bagi tanaman, dengan membuat jaringan-jaringan hifa pada akar yang berfungsi membantu akar menyerap unsur hara (Supeni *et al.*, 2011). Sehingga semakin besar dosis kompos yang diberikan dan inokulasi spora mikoriza yang diaplikasikan, akan meningkatkan tinggi tanaman bunga matahari.

Tabel 8. Rerata tinggi tanaman bunga matahari dan uji Duncan pada 7 sampai 42 HST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)					
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
M1 S0	9,33	14,33	20,33 a	25,00 a	29,67 a	34,33 a
M2 S0	11,00	16,00	23,67 b	30,00 b	36,33 bc	42,67 c
M3 S0	11,67	16,67	25,33 b	33,00 c	40,67 de	48,33 d
M4 S0	12,33	17,33	28,00 c	37,33 d	46,67 f	56,00 e
M5 S0	13,00	18,00	29,33 cd	40,00 e	50,67 g	61,33 f
M1 S1	10,00	17,00	24,67 b	29,33 b	34,00 b	38,67 b
M2 S1	11,67	18,67	30,33 d	36,67 d	43,00 e	49,33 d
M3 S1	13,00	20,00	33,33 e	41,00 e	48,67 fg	56,33 e
M4 S1	13,67	20,67	37,00 f	46,33 g	55,67 h	65,00 f
M5 S1	14,00	21,00	38,67 f	49,33 h	60,00 i	70,67 g
M1 S2	10,00	18,00	29,33 cd	34,00 c	38,67 cd	43,33 c
M2 S2	12,33	20,33	37,33 f	43,6 f	50,00 g	56,33 e
M3 S2	13,33	21,33	40,67 g	48,33 gh	56,00 h	63,67 f
M4 S2	14,33	22,33	46,00 h	55,33 i	64,67 j	74,00 g
M5 S2	15,00	23,00	48,00 i	58,67 j	69,33 k	80,00 h
Duncan 5%	tn	tn	**	**	**	*

Keterangan: tn = tidak berpengaruh nyata, * = berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata; Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

4.1.2. Jumlah Daun Tanaman

Pengamatan terhadap jumlah daun tanaman bunga matahari dilakukan setiap 7 hari sekali untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pada setiap perlakuan. Hasil analisis ragam pengamatan jumlah daun pada 7 sampai dengan 42 HST menunjukkan bahwa faktor komposisi media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi antar kedua faktor menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada 7, 14, 21, dan 28 HST, tetapi berpengaruh sangat nyata pada 35 dan 42 HST (Lampiran 8). Secara umum masing-masing perlakuan menunjukkan peningkatan jumlah daun pada setiap minggunya (Tabel 9).

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada daun yang masih segar dan masih terbentuk pada batang tanaman. Berdasarkan pengamatan jumlah daun tanaman terbanyak pada pengamatan 42 HST yaitu perlakuan M5S2 (25% *tailing* : 75% kompos + 50 spora *Glomus* sp. polybag^{-1}) dengan jumlah 35 daun, sedangkan jumlah daun tanaman terendah terdapat pada perlakuan M1S0 (75% *tailing* : 25%

kompos + tanpa spora *Glomus* sp. *polybag*⁻¹) dengan jumlah 25 daun (Tabel 9). Dilihat dari hasil pengamatan jumlah daun tanaman, semakin tinggi dosis kompos dan spora mikoriza yang diinokulasikan, maka jumlah daun tanaman pada 7 sampai dengan 42 HST akan lebih banyak dibandingkan dengan penambahan yang lebih sedikit. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Djuniwati *et al.* (2003) bahwa pemakaian pupuk kompos mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tabel 9. Rerata jumlah daun tanaman bunga matahari dan uji Duncan pada 7 sampai 42 HST

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)							
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST		
M1 S0	2,33	5,33	11,33	15,33	19,33	a	25,33	a
M2 S0	3,33	6,33	12,33	16,33	20,33	ab	26,33	ab
M3 S0	4,33	7,33	13,33	17,33	21,33	bc	27,33	bc
M4 S0	5,67	8,67	14,67	18,67	22,67	de	28,67	de
M5 S0	6,67	9,67	15,67	19,67	23,67	ef	29,67	ef
M1 S1	3,67	6,67	12,67	17,67	20,67	bc	26,67	bc
M2 S1	4,67	7,67	13,67	18,67	21,67	cd	27,67	cd
M3 S1	5,00	8,00	14,00	19,00	24,00	fg	30,00	fg
M4 S1	6,00	9,00	15,00	20,00	25,00	gh	31,00	gh
M5 S1	6,33	9,33	15,33	20,33	25,33	hi	31,33	hi
M1 S2	3,67	6,67	12,67	17,67	21,67	cd	27,67	cd
M2 S2	4,67	7,67	13,67	18,67	22,67	de	28,67	de
M3 S2	5,33	8,33	14,33	19,33	26,33	ij	32,33	ij
M4 S2	6,33	9,33	15,33	20,33	27,33	j	33,33	j
M5 S2	7,67	10,67	16,67	21,67	28,67	k	34,67	k
Duncan 5%	tn	tn	tn	tn	**	**		

Keterangan: tn = tidak berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata; Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

4.1.3. pH Media Tanam

Hasil analisis ragam pada pengamatan pH media tanam 42 HST menunjukkan bahwa faktor komposisi media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap pH media tanam 42 HST (Lampiran 9). Hasil pengamatan derajat kemasaman (pH) menunjukkan perbedaan pada masing-masing faktor perlakuan yaitu komposisi media tanam *tailing* dengan kompos, dan penambahan sejumlah spora mikoriza (Tabel 10).

Tabel 10. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap pH media tanam 42 HST

Media Tanam	pH media tanam 42 HST
M1	5,43 a
M2	5,67 b
M3	6,46 c
M4	6,53 c
M5	7,10 d
Spora Mikoriza	
S0	6,07 a
S1	6,20 a
S2	6,47 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Penambahan kompos pada *tailing* sebagai media tanam mampu memperbaiki pH tanah. Menurut Khairuna *et al.* (2015) bahwa kompos mampu mengadsorpsi kation, termasuk H^+ sehingga kemasaman tanah berkurang dan pH menjadi meningkat. Hasil analisis pH berdasarkan faktor komposisi media tanam diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) sebesar 7,10 dan nilai terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebesar 5,43 (Tabel 10). Semakin tinggi dosis kompos yang diberikan, maka nilai pH media tanam akan semakin meningkat, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Suwarniati (2014) bahwa penambahan 150 g kompos pada *polybag* bobot 5 kg sebagai campuran *tailing* mampu meningkatkan pH menjadi 6,59 dari semula 6,44 pada 40 HST.

Pada faktor jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebesar 6,47 dan nilai terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) sebesar 6,07 (Tabel 10). Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap peningkatan pH media tanam diduga karena adanya pengaruh tidak langsung dari sumber-sumber kemasaman. Hal tersebut dapat dilihat dari meningkatnya kolonisasi akar dan ketersediaan P, pada perlakuan dengan inokulasi mikoriza 50 sporadiperoleh kolonisasi dan P-tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi spora mikoriza. Sehingga mikoriza secara tidak langsung mempengaruhi nilai pH media tanam 42 HST, ketersediaan P yang tinggi mampu mengikat sumber-sumber kemasaman

yaitu Al atau H^+ . Ion P yang terurai dalam jumlah banyak akan mengikat Al sehingga menjadi Al+P dan Al tidak bergabung dengan H^+ sehingga menyebabkan pH menjadi meningkat.

4.1.4. C-organik Media Tanam

Hasil analisis ragam C-organik media tanam pada 42 HST menunjukkan bahwa faktor media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar C-organik (Lampiran 10). Dosis kompos dan penambahan spora mikoriza mempengaruhi kadar C-organik, semakin tinggi dosis kompos dan spora mikoriza yang diberikan maka semakin tinggi kadar C-organik (Tabel 11).

Tabel 11. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap C-organik media tanam 42 HST

Media Tanam	C-organik media tanam (%) 42 HST
M1	02,13 a
M2	04,83 b
M3	07,14 c
M4	09,98 d
M5	12,30 e
Spora Mikoriza	
S0	6,74 a
S1	7,37 b
S2	7,72 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Berdasarkan pengamatan C-organik faktor media tanam pada 42 HST diperoleh kadar tertinggi pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) yaitu sebesar 12,31% dan kadar terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebesar 2,13% (Tabel 11). Semakin tinggi dosis kompos yang diaplikasikan, maka diperoleh kadar C-organik yang tinggi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Suwarniati (2014) bahwa penambahan 150 g kompos pada *polybag* bobot 5 kg sebagai campuran *tailing* mampu meningkatkan kadar C-organik menjadi 1% dari semula 0,82% pada 40 HST. Menurut Refliaty dan Hendriansyah (2011) bahwa hasil dekomposisi bahan organik (karbon) sebagian

akan diserap mikroba tanah untuk membentuk jaringan dan menyusun sel, kemudian sisanya mentransformasikan ke dalam bentuk humus, sehingga kadar C-organik media tanam akan meningkat.

Inokulasi spora mikoriza mampu membantu meningkatkan kadar C-organik. Pada faktor jumlah spora mikoriza diperoleh kadar C-organik tertinggi terdapat pada perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebesar 7,72% dan terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) sebesar 6,75% (Tabel 11). Menurut Khairuna *et al.* (2015) bahwa meningkatnya kadar C-organik diduga berasal dari sel-sel mikoriza serta aktivitas akar tanaman yang terinfeksi oleh mikoriza yang mengeluarkan karbon organik, selain itu C-organik juga berasal dari mikroorganisme lain yang ada di dalam tanah, sehingga kadar C-organik menjadi meningkat.

4.1.5. P-tersedia Media Tanam

Hasil analisis ragam P-tersedia media tanam pada 42 HST menunjukkan bahwa faktor komposisi media tanam berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan faktor jumlah spora mikoriza yang diinokulasi menunjukkan pengaruh nyata, interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap P-tersedia (Lampiran 11). Ketersediaan P meningkat pada media tanam dengan komposisi kompos yang tinggi dan penambahan spora mikoriza (Tabel 12).

Tabel 12. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap P-tersedia media tanam 42 HST

Media Tanam	P-tersedia media tanam (ppm) 42 HST
M1	33,47 a
M2	43,90 b
M3	54,60 c
M4	70,44 d
M5	82,68 e
Spora Mikoriza	
S0	54,88 a
S1	56,35 a
S2	59,83 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Berdasarkan hasil analisis P-tersedia media tanam pada 42 HST diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) sebesar 82,69 ppm dan terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebesar 33,47 ppm (Tabel 12). Menurut Djuniwati *et al.* (2003) bahwa penambahan kompos sebagai media tanam campuran pada *tailing* dengan dosis yang tinggi mampu meningkatkan P-tersedia. Selain itu menurut Sagala *et al.* (2013) bahwa terjadi proses dekomposisi dan mineralisasi dari kompos sehingga adsorpsi P meningkat. Hal tersebut didukung hasil penelitian Suwarniati (2014) memperoleh bahwa penambahan pupuk kompos 150 g pada 5 kg *tailing* untuk sebagai media tanam mampu meningkatkan P-tersedia dari 1,90 ppm menjadi 2,04 ppm pada 40 HST.

Pada faktor perlakuan jumlah spora mikoriza diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebesar 59,83 ppm dan terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) sebesar 54,88 ppm (Tabel 12). Menurut Khairuna *et al.* (2015) bahwa penambahan spora mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan P, aktivitas mikoriza yang mampu melarutkan P yang terfiksasi melalui aktivitas enzim fosfatase yang dapat mengurai hara dari keadaan tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman dan menyerap hara khususnya fosfat yang konsentrasinya rendah dalam larutan tanah.

4.1.6. Serapan P-tajuk Tanaman

Analisis ragam pada pengamatan serapan P-tajuk tanaman pada 42 HST menunjukkan bahwa faktor komposisi media tanam berpengaruh sangat nyata ($<0,01$), sedangkan faktor jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan menunjukkan berpengaruh nyata. Interaksi antar kedua faktor menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap serapan P-tajuk tanaman (Lampiran 12). Inokulasi sejumlah spora mikoriza memperoleh hasil serapan P-tajuk tanaman yang berbeda-beda pada masing-masing komposisi media tanam (Tabel 13).

Berdasarkan analisis serapan P-tajuk tanaman 42 HST pada faktor komposisi media tanam diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) sebesar 6,09 g.tan⁻¹ dan terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebesar 2,37 g.tan⁻¹ (Tabel 13). Pada faktor perlakuan jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan diperoleh nilai tertinggi yaitu pada

perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebesar 5,34 g.tan⁻¹ dan terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) sebesar 2,45 g.tan⁻¹ (Tabel 13).

Tabel 13. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap serapan P-tajuk tanaman 42 HST

Media Tanam	Serapan P-tajuk tanaman (g.tan ⁻¹) 42 HST
M1	2,37 a
M2	3,14 ab
M3	4,18 bc
M4	4,87 c
M5	6,09 d
Spora Mikoriza	
S0	2,45 a
S1	4,60 b
S2	5,34 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Menurut Malini dan Jais (2010) bahwa penambahan kompos pada *tailing* sebagai media tanam dapat membantu menyediakan unsur hara bagi tanaman yang memungkinkan tanaman dapat memperoleh unsur hara yang cukup. Inokulasi spora mikoriza yang diberikan mampu meningkatkan serapan P-tanaman, hal tersebut karena fungsi utama mikoriza sebagai penyerap P bagi tanaman.

4.1.7. Jumlah Spora Mikoriza

Hasil analisis ragam pengamatan jumlah spora mikoriza 42 HST menunjukkan faktor media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi antar kedua faktor perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap jumlah spora mikoriza 42 HST (Lampiran 13). Komposisi media tanam dan inokulasi spora mikoriza memberikan hasil yang berbeda-beda pada jumlah spora mikoriza 42 HST (Tabel 14).

Hasil pengamatan jumlah spora mikoriza 42 HST diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) sebanyak 19,11 spora dan terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebanyak 10,22 spora (Tabel 14). Menurut Malini dan Jais (2010) bahwa penambahan kompos berperan

dalam meningkatkan porositas tanah sehingga memberikan juga ruang hidup yang optimal bagi mikroba tanah seperti mikoriza.

Tabel 14. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap jumlah spora mikoriza 42 HST

Media Tanam	Jumlah spora mikoriza 42 HST
M1	10,22 a
M2	11,78 ab
M3	13,78 bc
M4	16,00 c
M5	19,11 d
Spora Mikoriza	
S0	05,47 a
S1	17,67 b
S2	19,40 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Pada faktor perlakuan jumlah spora mikoriza yang diinokulasikan diperoleh hasil tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebanyak 19,40 spora dan terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) yaitu 5,47 spora (Tabel 14). Semakin banyak spora mikoriza yang diberikan dalam satu media, maka hasil analisis akhir jumlah spora mikoriza akan banyak juga. Menurut Mansur (2003) bahwa adanya spora pada perlakuan tanpa penambahan spora mikoriza, karena terdapat indigenus aktif pada media tanam yang digunakan, sehingga pada saat dilakukan analisis terdapat spora mikoriza.

4.1.8 Kolonisasi Akar

Analisis ragam kolonisasi akar pada 42 HST menunjukkan bahwa faktor media tanam dan jumlah spora mikoriza yang diinokulasi berpengaruh sangat nyata ($<0,01$), sedangkan interaksi antar kedua faktor perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap kolonisasi akar (Lampiran 14). Inokulasi sejumlah spora mikoriza pada komposisi media tanam yang berbeda memberikan persentase kolonisasi akar yang beragam pada 42 HST (Tabel 15).

Tabel 15. Pengaruh media tanam dan spora mikoriza terhadap kolonisasi akar 42 HST

Media Tanam	Kolonisasi akar (%) 42 HST
M1	16,67 a
M2	21,48 a
M3	25,56 ab
M4	34,07 b
M5	43,70 c
Spora Mikoriza	
S0	08,44 a
S1	34,89 b
S2	41,56 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan 5%). Bobot media tanam 5 kg setara kering oven, terdiri dari *tailing* dan kompos: M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). Jumlah spora: S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.).

Berdasarkan analisis kolonisasi akar 42 HST pada faktor komposisi media tanam diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan M5 (25% *tailing* : 75% kompos) sebesar 43,70% dan terendah pada perlakuan M1 (75% *tailing* : 25% kompos) sebesar 16,67% (Tabel 15). Pada faktor perlakuan jumlah spora mikoriza diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) sebesar 41,56% dan terendah pada perlakuan S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.) sebesar 8,44% (Tabel 15). Menurut Malini dan Jais (2010) bahwa penambahan kompos membantu mikoriza mendapatkan ruang untuk hidup, sehingga kolonisasi meningkat karena mikoriza menginfeksi akar tanaman dan membantu dalam proses penyerapan unsur hara yang sulit dijangkau oleh akar tanaman melalui hifa-hifa mikoriza.

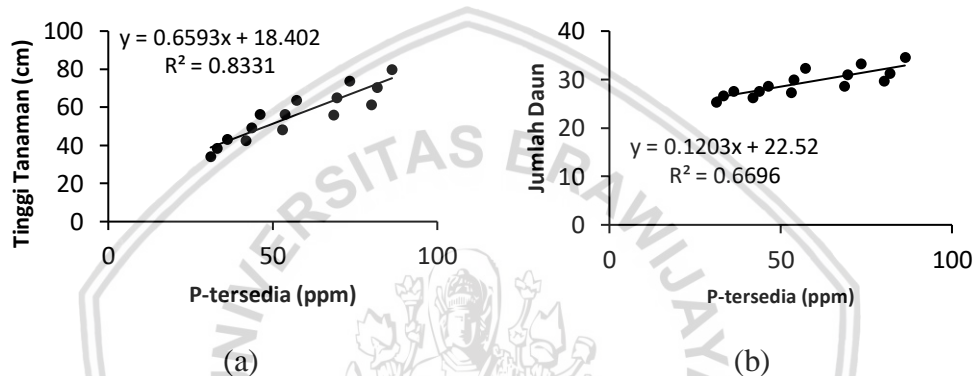
4.2 Pembahasan Umum

Komposisi media tanam (kombinasi *tailing* dan kompos) dengan penambahan spora mikoriza (*Glomus* sp.) memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman bunga matahari. Setelah dilakukan analisis ragam, kemudian dilakukan uji korelasi untuk melihat seberapa besar hubungan antar parameter. Keseluruhan parameter meliputi pH, C-organik, P-tersedia media tanam, serapan P-tajuk tanaman, jumlah spora mikoriza, kolonisasi akar, jumlah daun, dan tinggi tanaman pada 42 HST memiliki berbagai tingkat korelasi yang berbeda (Lampiran 15).

4.2.1 Hubungan P-tersedia, Serapan P-tajuk tanaman, Jumlah spora mikoriza, dan Kolonisasi Akar terhadap Pertumbuhan Tanaman

a. Hubungan P-tersedia media tanam 42 HST terhadap pertumbuhan tanaman

Hasil uji korelasi antara P-tersedia dengan tinggi tanaman dan jumlah daun memiliki hubungan korelasi positif dengan tingkat korelasi sangat kuat, nilai r berturut-turut sebesar 0,91 dan 0,82 (Lampiran 15). Hal tersebut menunjukkan hubungan yang mengikuti persamaan garis regresi linear positif antara P-tersedia dengan tinggi tanaman dan jumlah daun (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan P-tersedia 42 HST dengan: Tinggi tanaman (a), dan Jumlah daun (b)

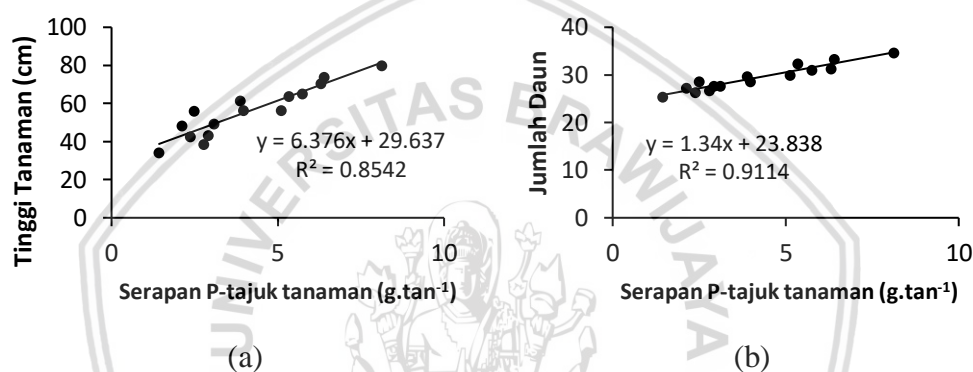
Berdasarkan uji regresi liner, diketahui bahwa P-tersedia dan tinggi tanaman menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,833, apabila terjadi peningkatan ketersediaan P sebesar 1 ppm, maka tinggi tanaman akan bertambah 0,65 cm (Gambar 3a). Sedangkan P-tersedia dan jumlah daun menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,669, kenaikan ketersediaan P sebesar 1 ppm, maka jumlah daun akan bertambah 0,12 daun (Gambar 3b).

Menurut Chairuman (2008) bahwa penambahan kompos pada *tailing* sebagai media tanam dapat menghasilkan asam-asam organik seperti asam humat dan asam fulfat dimana kedua asam ini mampu mengikat Al dan Fe sehingga P menjadi tersedia untuk sumber hara bagi tanaman. Kompos sebagai sumber unsur hara mampu memberikan kondisi yang menguntungkan bagi mikoriza, sehingga dapat meningkatkan P-tersedia (Khairuna *et al.*, 2015). Menurut Nartea (1990) bahwa unsur P yang tersedia cukup dalam tanah akan membantu penyerapan unsur hara lain yang sangat penting bagi proses metabolisme tanaman.

Ketersediaan P yang cukup dibantu oleh inokulasi spora mikoriza mampu membantu pertumbuhan tanaman bunga matahari lebih optimal.

- b. Hubungan serapan P-tajuk Tanaman 42 HST terhadap pertumbuhan tanaman

Hasil uji korelasi antara serapan P-tajuk tanaman dengan tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi positif dengan tingkat korelasi sangat kuat dan kuat. Nilai r berturut-turut sebesar 0,80 dan 0,77 (Lampiran 15). Oleh karena itu, hubungan serapan P-tajuk tanaman dengan tinggi tanaman dan jumlah daun menunjukkan persamaan garis regresi linear positif (Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan serapan P-tajuk tanaman 42 HST dengan: Tinggi tanaman (a), dan Jumlah daun (b)

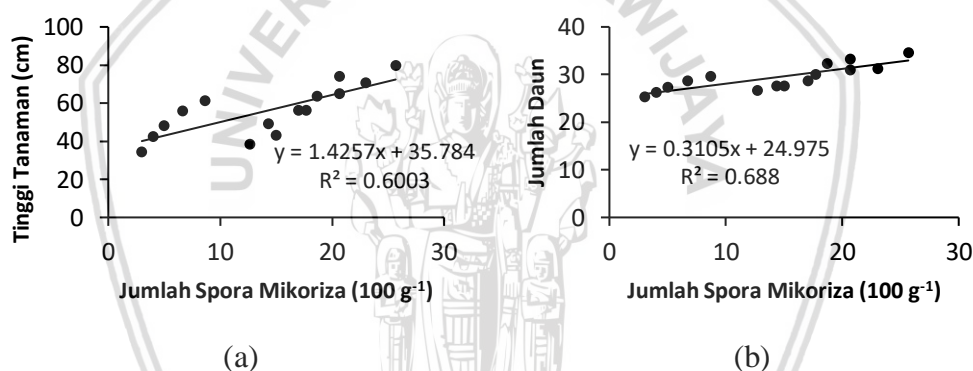
Berdasarkan uji regresi liner, diketahui bahwa serapan P-tajuk tanaman 42 HST dan tinggi tanaman menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,854, apabila serapan P-tajuk tanaman meningkat 1 g.tan^{-1} , maka tinggi tanaman akan bertambah 6,37 cm (Gambar 4a). Sementara serapan P-tajuk tanaman 42 HST dan jumlah daun menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,911, kenaikan serapan P-tajuk tanaman sebesar 1 g.tan^{-1} , maka jumlah daun akan bertambah 1,34 daun (Gambar 4b).

Unsur P merupakan salah satu unsur yang penting bagi tanaman sebagai konversi, penyimpanan, transportasi dan penggunaan energi di dalam tanaman (Rusdi *et al.*, 2000). Serapan P meningkat seiring dengan meningkatnya ketersediaan P dalam tanah. Penambahan spora mikoriza bertujuan untuk membantu proses penyerapan P bagi tanaman. Menurut Karnilawati *et al.* (2013) mikoriza dapat meningkatkan serapan unsur hara dengan adanya hifa eksternal yang memiliki jangkauan yang luas dan mampu mencukupi kebutuhan tanaman

untuk tumbuh secara optimal. Sehingga serapan unsur hara salah satunya unsur hara P akan meningkat dengan adanya bantuan dari mikoriza. Selain itu Sadikin *et al.* (2000) menegaskan bahwa dengan menginokulasikan *Glomus* sp. serapan unsur hara P akan meningkat dan produksi tanaman akan tinggi.

- c. Hubungan jumlah spora mikoriza per 100 gram media 42 HST terhadap pertumbuhan tanaman

Penambahan spora mikoriza mampu membantu tanaman untuk tumbuh optimal. Hasil uji korelasi antara jumlah spora mikoriza dengan tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi positif dengan tingkat korelasi kuat dan sangat kuat. Nilai r berturut-turut sebesar 0,77 dan 0,83 (Lampiran 15). Berdasarkan hasil tersebut, hubungan jumlah spora mikoriza dengan tinggi tanaman dan jumlah daun menunjukkan persamaan garis regresi linear positif (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan jumlah spora mikoriza 42 HST dengan: Tinggi Tanaman (a), dan Jumlah daun (b)

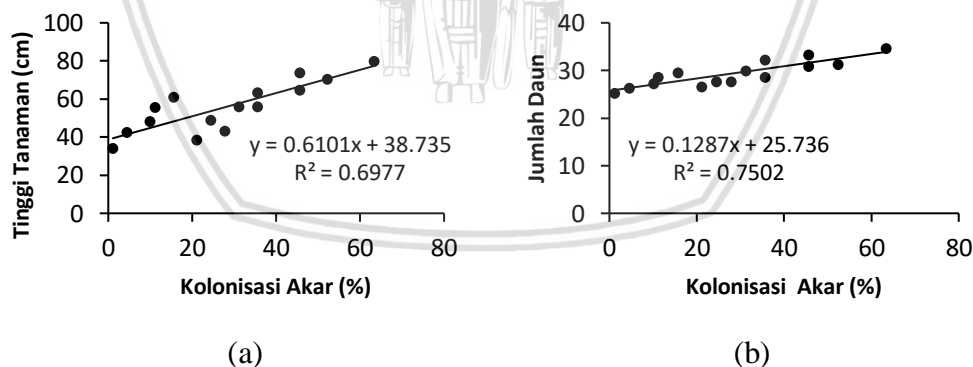
Berdasarkan uji regresi linear, diketahui bahwa jumlah spora mikoriza dan tinggi tanaman menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,60, apabila jumlah spora meningkat 1, maka tinggi tanaman akan bertambah 1,42 cm (Gambar 5a). Sedangkan jumlah spora mikoriza dan jumlah daun menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,688, kenaikan jumlah spora mikoriza sebanyak 1 spora, maka jumlah daun akan bertambah 0,31 daun (Gambar 5b).

Penambahan sejumlah spora mikoriza yang berbeda-beda memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari. Menurut Munthe *et al.* (2006) bahwa pemberian spora mikoriza cenderung berpengaruh lebih baik dibandingkan tanpa pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. Pemberian spora mikoriza tersebut membantu tanaman untuk mencukupi

kebutuhan nutrisi, melalui hifa yang mampu menjangkau unsur hara yang tidak dapat dijangkau oleh akar tanaman, sehingga tanaman tumbuh dapat tercukupi kebutuhan unsur haranya (Suharno dan Santosa, 2005). Menurut Khan (2005) bahwa mikoriza dapat meningkatkan daerah penyerapan akar, sehingga mempermudah dalam melakukan penyerapan terhadap unsur-unsur di dalam tanah, selain itu mikoriza juga mampu membantu dalam mempertahankan stabilitas pertumbuhan tanaman pada kondisi lahan tercemar. Oleh karena itu, inoculasi spora mikoriza pada tanaman bunga matahari dapat membantu pertumbuhan secara optimal dibandingkan dengan tanpa perlakuan inoculasi.

d. Hubungan kolonisasi akar 42 HST terhadap pertumbuhan tanaman

Kolonisasi pada akar tanaman mampu membantu tanaman dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan, sehingga kebutuhan unsur hara dapat tercukupi dan tanaman tumbuh secara optimal. Hasil uji korelasi antara kolonisasi akar dengan tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi positif dengan tingkat korelasi sangat kuat. Nilai r berturut-turut sebesar 0,84 dan 0,87 (Lampiran 15). Hal ini menunjukkan hubungan yang mengikuti persamaan garis regresi linear positif antara kolonisasi akar dengan tinggi tanaman dan jumlah daun (Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan kolonisasi akar 42 HST dengan: Tinggi tanaman (a), dan Jumlah daun (b)

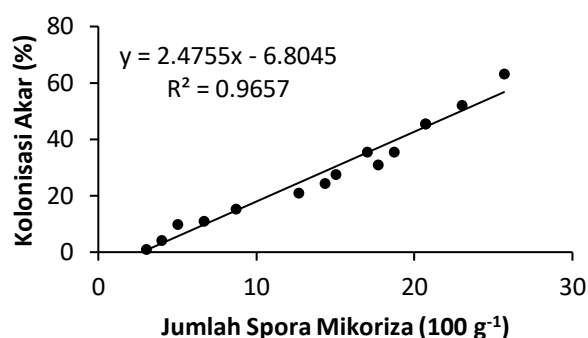
Berdasarkan uji regresi linear, diketahui bahwa kolonisasi akar dan tinggi tanaman menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,697, kenaikan kolonisasi akar sebesar 1%, maka tinggi tanaman akan bertambah 0,61 cm (Gambar 6a). Sedangkan kolonisasi akar dan jumlah daun menunjukkan koefisien

determinasi (R^2) sebesar 0,750, kenaikan kolonisasi akar sebesar 1%, maka jumlah daun akan bertambah 0,12 daun (Gambar 6b).

Inokulasi spora mikoriza mampu mempengaruhi kolonisasi akar yang terjadi, semakin tinggi spora mikoriza yang diinokulasikan, semakin tinggi pula tingkat asosiasi akar dengan mikoriza. Kolonisasi akar tanaman dengan spora mikoriza mampu menyerap unsur hara yang dibutuhkan tanaman sehingga kebutuhan unsur hara tanaman akan tercukupi dan pertumbuhan tanaman akan lebih baik. Menurut Muis *et al.* (2013) bahwa mikoriza mampu membantu dalam peningkatan unsur hara bagi tanaman dengan cara menginfeksi akar tanaman dan membuat jaringan-jaringan hifa untuk mencapai unsur hara yang tidak terjangkau oleh tanaman, sehingga kebutuhan unsur hara akan tercukupi dengan bantuan mikoriza. Mansur (2003) menambahkan bahwa adanya infeksi (kolonisasi) pada perlakuan tanpa penambahan spora mikoriza, karena pada media tanam yang digunakan terdapat indigenus yang masih aktif, sehingga akan berkembang dan mempengaruhi kolonisasi dalam akar atau meningkatkan kolonisasi pada akar.

4.2.2 Hubungan Jumlah Spora dan Persentase Kolonisasi Akar terhadap Serapan P-tajuk Tanaman 42 HST

Penambahan spora mikoriza mampu mempengaruhi kolonisasi akar pada 42 HST, semakin banyak jumlah spora mikoriza yang diberikan maka persentase kolonisasi akar semakin tinggi. Hasil penelitian yang dilakukan memperoleh hasil bahwa penambahan 50 spora mikoriza dapat mengkolonisasi akar tanaman sebesar 63,33%. Hasil uji korelasi antara jumlah spora mikoriza dengan kolonisasi akar berkorelasi positif dengan tingkat korelasi sangat kuat, nilai r sebesar 0,98 (Lampiran 15). Hal ini menunjukkan hubungan yang mengikuti persamaan garis regresi linear positif antara jumlah spora mikoriza dengan kolonisasi akar (Gambar 7).

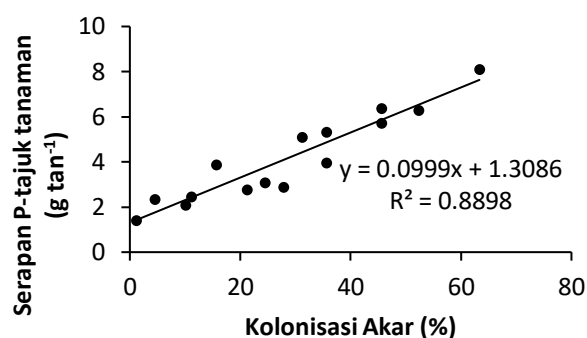


Gambar 7. Hubungan antara jumlah spora mikoriza dengan kolonisasi akar 42 HST

Berdasarkan uji regresi linear, diketahui bahwa jumlah spora mikoriza dan kolonisasi akar menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,965, yang berarti pengaruh jumlah spora mikoriza terhadap kolonisasi akar sebesar 96,5, sedangkan 3,5% dipengaruhi oleh faktor lain. Apabila jumlah spora mikoriza meningkat 1, maka kolonisasi akar akan bertambah 2,47% (Gambar 7).

Penambahan spora mikoriza mampu membantu penyerapan unsur hara bagi tanaman melalui kolonisasi dengan akar tanaman. Menurut Ali *et al.* (2012) bahwa kolonisasi akar meningkat apabila spora yang diberikan dalam jumlah tinggi dan mampu beradaptasi dengan media tanam yang digunakan. Marwani *et al.* (2013) menambahkan bahwa semakin banyak spora mikoriza yang diinokulasikan pada akar tanaman bunga matahari semakin tinggi pula tingkat infeksi (kolonisasi) yang terjadi. Adanya infeksi pada perlakuan tanpa penambahan spora mikoriza yang terjadi menunjukkan bahwa secara alami di dalam tanah terdapat indigenus yang dapat berasosiasi dengan akar tanaman bunga matahari. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian bahwa penambahan spora mikoriza mampu meningkatkan kolonisasi akar dan membantu dalam penyerapan unsur hara yang dibutuhkan salah satunya unsur P.

Kolonisasi akar mampu meningkatkan serapan P-tajuk tanaman, hal tersebut ditunjukkan dengan uji korelasi antara kolonisasi akar dengan serapan P-tajuk tanaman, yang berkorelasi positif dengan tingkat korelasi kuat, nilai r sebesar 0,62 (Lampiran 15). Oleh karena itu, hubungan kolonisasi akar dengan serapan P-tajuk tanaman menunjukkan persamaan garis regresi linear positif (Gambar 8).



Gambar 8. Hubungan antara kolonisasi akar dengan serapan P-tajuk tanaman 42 HST

Berdasarkan uji regresi linear, diketahui bahwa kolonisasi akar dan serapan P-tajuk tanaman menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,889, dapat diartikan bahwa pengaruh kolonisasi akar terhadap serapan P-tajuk tanaman sebesar 88,9%, sedangkan 11,1% dipengaruhi oleh faktor lainnya. Kenaikan kolonisasi akar sebesar 1%, maka nilai serapan P-tajuk tanaman akan bertambah $0,09 \text{ g.tan}^{-1}$ (Gambar 8).

Peran utama mikoriza adalah kemampuannya dalam meningkatkan serapan P (Sagala *et al.*, 2013). Kolonisasi antara akar tanaman dengan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena dapat meningkatkan penyerapan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Hanafiah *et al.* (2009) mikoriza berfungsi menginfeksi sistem perakaran tanaman dan membuat hifa secara intensif. Adanya selubung hifa mampu meningkatkan luas permukaan sistem perakaran, sehingga penyerapan unsur hara tanaman turut meningkat. Hifa mikoriza yang berada didalam tanah mengabsorpsi P dan mengangkutnya ke akar tanaman yang dikolonisasi. Unsur hara P diserap akar tanaman yang terinfeksi mikoriza ke tanaman inang, sehingga serapan P-tanaman akan meningkat. Ketika unsur P di sekitar akar tanaman sudah diserap, maka hifa akan membantu menyerap unsur P di tempat-tempat yang sulit dijangkau oleh akar tanaman bunga matahari Khan (2005).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Hasil masing-masing perlakuan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari. Perlakuan komposisi media tanam terbaik yaitu pada media tanam M5 (25% *tailing* : 75% kompos) dan perlakuan inokulasi jumlah spora mikoriza terbaik yaitu pada S2 (50 spora *Glomus* sp.). Kombinasi perlakuan M5S2 (25% *tailing* : 75% kompos + 50 spora *Glomus* sp.) mampu meningkatkan tinggi tanaman sampai 45,67 cm (42,87%) dan jumlah daun sebanyak 9,34 daun (72,97%).
2. Inokulasi spora mikoriza berpengaruh terhadap serapan P-tajuk tanaman. Perlakuan S2 (50 spora *Glomus* sp.) menghasilkan peningkatan sebesar 45,79% atau 2,9 g.tan⁻¹.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan kompos dan spora mikoriza dengan jumlah yang berbeda pada media *tailing*. Waktu pemindahan tanaman dari semai ke media percobaan yang lebih sesuai dan menggunakan tanaman bunga matahari dengan varietas yang tahan pada kondisi *tailing* yang digunakan. Kemudian, penelitian ini akan lebih bermanfaat apabila dilanjutkan sampai fase generatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali A.I.M, Yakup, Sabaruddin. 2012. Kepadatan spora dan tingkat kolonisasi *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth pada beberapa tingkat naungan dan inokulasi fungi mikoriza arbuskular. Jurnal Peternakan Sriwijaya. Vol 1. No. 1.
- Ardiyansyah, Y. 2010. *Helianthus annuus* L. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Ashari, A. 2012. Ekplorasi mikoriza pada tiga jenis rumput-rumputan pada dataran rendah dan dataran tinggi di Kabupaten Malang. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Brundrett, M. N. Bougher, B. Dell, T. Grove dan N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. CSIRO Centre for Mediterranean Agriculture Research. Australia.
- Chairuman N. 2008. Efektivitas Cendawan Mikoriza arbuskula pada beberapa tingkat pemberian kompos jerami terhadap kesedian fosfat serta pertumbuhan dan produksi padi Goho di Tanah Ultisol. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana USU, Medan.
- Commonwealth Agricultural Bureaux International (CAB). 2005. *Crop Protection Compendium*. Wallingford, UK: CAB International.
- Darmayanti A. S., dan Fiqa A. P. 2010. Komposisi kompos seresah kebun raya purwodadi dan pengaruhnya terhadap produktivitas bayam hijau dan bayam merah. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi. Purwodadi.
- Djuniwati, S. A., Hartono, L., T. Indriyati. 2003. Pengaruh bahan organik (*Pueraria javanica*) dan fosfat alam terhadap pertumbuhan dan serapan P tanaman jagung (*Zea Mays*) pada andisol pasir Sarongge. J. Tanah Lingkungan. p: 17-22.
- Donald L.W, Debra J.T, Edward J.C, Hilary I.I, Ulrich S. 2000. Bioremediation of Contaminated Soils. New York: Marcel Dekker Inc. p: 729-743.
- Fauziah, A. B. 2009. Pengaruh asam humat dan kompos aktif untuk memperbaiki sifat tailing dengan indikator pertumbuhan tinggi semai *Enterolobium cyclocarpum* Griseb dan *Altingia excelsa* Noronhae. [Skripsi]. Departemen Silvikultur. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gaur, A. dan Adholeya, A. 2004. *Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils*. Adv. Current Science. 86:528-534.
- Hanafiah A. S., Sabrina T., dan Guchi H. 2009. Biologi dan Ekologi Tanah. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Harley, J. L., and Smith, M. S. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press. Inc. New York. p: 483.

- International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). 2012. Klasifikasi mikoriza arbuskular. <http://invam.wvu.edu/thefungi/classification>. Diakses pada 1 Mei 2017.
- Karnilawati, Sufardi, dan Syakur. 2013. Phospat tersedia, serapannya serta pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) akibat amelioran dan mikoriza pada andisol. Fakultas Pertanian Unsyiah. Banda Aceh.
- Khairuna, Syarifuddin, dan Marlina. 2015. Pengaruh fungi mikoriza arbuskular dan kompos pada tanaman kedelai terhadap sifat kimia tanah. *Jurnal Floratek* 10: 1-9.
- Khan, A.G., 2005. Role of Soil Microbes in Rizhospheres of Plants Growing on Trace Metal Contaminated Soils in Phytoremediation. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 18:355–364.
- Malini H., dan Jais M. 2010. Aplikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan semai jati (*Tectona grandis* Linn. F.) pada media tanah bekas tambang kapur. Universitas Suralaya.
- Mansur, I. 2003. Bahan kuliah dan praktikum technical assistance dalam penelitian. Fakultas kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marwani, E., Suryatmana, P., Kerana, I.W., Puspanikan, D.L. Setiawati, M.R. dan Manurung, R. 2013. Peran mikoriza vesikular arbuskular dalam penyerapan nutrisi, pertumbuhan, dan kadar minyak jarak (*Jatropha curcas* L.). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 15, No. 1.
- Muis A., Indradewa D., dan Widada J. 2013. Pengeruh inokulasi mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada berbagai interval penyiraman. *Jurnal Vegetalika*, 2(2): 7-20.
- Munthe, H., Tistama, R., dan Istianto. 2006. Penggunaan pupuk hayati pada tanaman karet menghasilkan. *Prosiding Lokakarya Budidaya Tanaman Karet* (pp. 433–445).
- Murbando, H. L. 2010. Membuat kompos. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Musfal. 2008. Efektifitas cendawan mikoriza arbuskula (CMA) terhadap pemberian pupuk spesifik lokasi tanaman jagung pada tanah inceptisol. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nartea, R.N., 1990. Soil Phosphorus. Basic soil fertility. University of the Philippines. Diliman-Quezon city. pp. 192-233.
- Nrangwesthi W., Rakhmawati A., Tien Aminatun. 2016. Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) pada rizosfer gulma siam (*Chromolaena odorata* L.) R.M. King and H. Robinson. *Jurnal Biologi* Vol 5 (8).
- Nurhalimah, S. , S. Nurhatika, dan A. Muhibuddin. 2013. Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) indigenous pada tanah regosol di Pamekasan, Madura. *Jurnal Sains dan Seni POMITS* 29 (1): 2337-3520.
- Nusantara, A.D., Rr. Yudhi, Haririni Bertham dan Irdika Mansur. 2012. Bekerja dengan fungi mikoriza arbuskular. Seameo Biotrop. Bogor. Hal: 18-20.

- Paul E. A, and F. E. Clark. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry. Ed ke-4. Academic Press. New York.
- Paulitz, T. C., dan R. G. Linderman. 1991. Lack of antagonism between the biocontrol agent *gliocladium virens* and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol* 117: 303-308.
- Pilon-Smits, E. 2005. Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology* 56:15-39.
- Pohan P.M. 2007. Penyelidikan potensi bahan galian pada *tailing* PT Freeport Indonesia di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. *Dalam Prosiding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007*; Jakarta 26-27 Mei 2007. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Purwantari N. D. 2007. Reklamasi area *tailing* di pertambangan dengan tanaman pakan ternak; mungkinkah. *Wartazoa* vol. 17 no. 3 th. 2007.
- Rao, Subba. 1994. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. UI Press. Jakarta.
- Refliaty T. dan Hendriansyah. 2011. Pengaruh Pemberian Kompos Biogas Sapi Terhadap Perbaikan Beberapa Sifat Fisik Ultisol Dan Hasil Kedelai. *J. Hidrolitan*. Vol. 2:3:103-114.
- Richard, B. N. 1987. The Microbiology of terrestrial ecosystem. New York.
- Rosmarkam A. dan Yuwono, N. W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kansius. Yogyakarta.
- Rukmana, R. 2004. Budidaya Bunga Matahari. Aneka Ilmu, Semarang.
- Rulita V. B., Sumiyati S., Sutrisno E. 2012. Fitoremediasi limbah mengandung timbal (Pb) dan nikel (Ni) menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rusdi, N., M.D. Suryadi dan A.E. Tjahjono, 2000. Aplikasi pupuk hayati cendawan mikoriza arbuskula dan pupuk P pada budidaya tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I di Bogor*, 15-16 Nopember 1999. hal. 263-268.
- Sadikin, Yusriadin, C. Ginting dan Y. B. Pasolon, 2000. Peranan VA Mikoriza pada sistem tanam tumpangsari ka-cang tanah/padi gogo. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I di Bogor*, 15-16 Nopember 1999. hal. 76-83.
- Sagala Y., Hanafiah A. S., dan Razali. 2013. Peranan mikoriza terhadap pertumbuhan, serapan p dan cd tanaman Sawi (*brassica juncea* L.) Serta kadar p dan cd andisol yang diberi pupuk fosfat alam. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vol.2, No.1: 487-500.
- Setyaningsih, L. 2007. Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula dan kompos aktif untuk meningkatkan pertumbuhan semai mindi (*Melia azedarach* LINN) pada media *tailing* tambang emas Pongkor [Tesis]. Bogor. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Shi, Y., L. Y. Zhang., X. L. Li., G. Feng., C. Y. Tian dan P. Christie. 2007. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with desert ephemeral in plant communities of Junggar Basin, North West China. *Journal Applied Soil Ecology* 35: 10-20.
- Simanungkalit R.D.M., Suriadikarta D.A., Saraswati R., Setyorini D., Hartatik, W. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Smith, S. E., dan D. Read. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third Edition. Academic Press, Elsevier. New York.
- Suharno, dan Sancayaningsih. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskular: Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Yogyakarta Bioteknologi* 10 (1): 31-42.
- Suharno, dan Santosa. 2005. Pertumbuhan tanaman kedelai [*Glycine Max* (L.) Merr.] yang dipengaruhi oleh mikoriza, legin dan seresah daun matoa [*Pometia Pinnata* Forst.] Pada Tanah Berkapur. *Sains dan Sibernatika*. 18(3): 367 – 378.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Balai Penelitian Tanah Bogor. Bogor.
- Sundari S., T. Nurhidayat, dan I. Trisnawati. 2011. Isolasi dan identifikasi mikoriza indigenous dari perakaran tembakau sawah (*Nicotiana tabacum* L.) di area persawahan Kabupaten Pamekasan, Madura. *Jurnal Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Supeni S., Suharno, dan Bone I. H. 2011. Endomikoriza yang berasosiasi dengan tanaman pertanian non-legum di lahan pertanian daerah transmigrasi Koya Barat, Kota Jayapura. *Jurnal Biologi Papua*. Vol. 3 No. 1: 1-8.
- Suwardi dan Kharisma S. K. 2008. Penggunaan zeolit sebagai bahan reklamasi *tailing* pada tambang emas. Departemen Ilmu Tanah dan Dumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suwarniati. 2014. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) pada lahan kritis. *Jurnal Biotik*. Vol 2 (1): Hal 1-76.
- Truu, J., E. Talpsep, Vedler E., Heinaru E., and Heinaru A.. 2003. *Enhanced Biodegradation of Oil Shale Chemical Industry Solid Wastes by Phytoremediation and Bioaugmentation*. Estonia Academy Publisher.
- Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI). 2006. Dampak Lingkungan Hidup Operasi Pertambangan Tembaga dan Emas Freeport-Rio Tinto di Papua. 25 Tahun WALHI, Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. Jakarta.
- Widaningrum, Miskiyah, dan Sismino. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayurann dan alternatif pencegahan cemarannya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Lampiran 1. Jadwal kegiatan penelitian

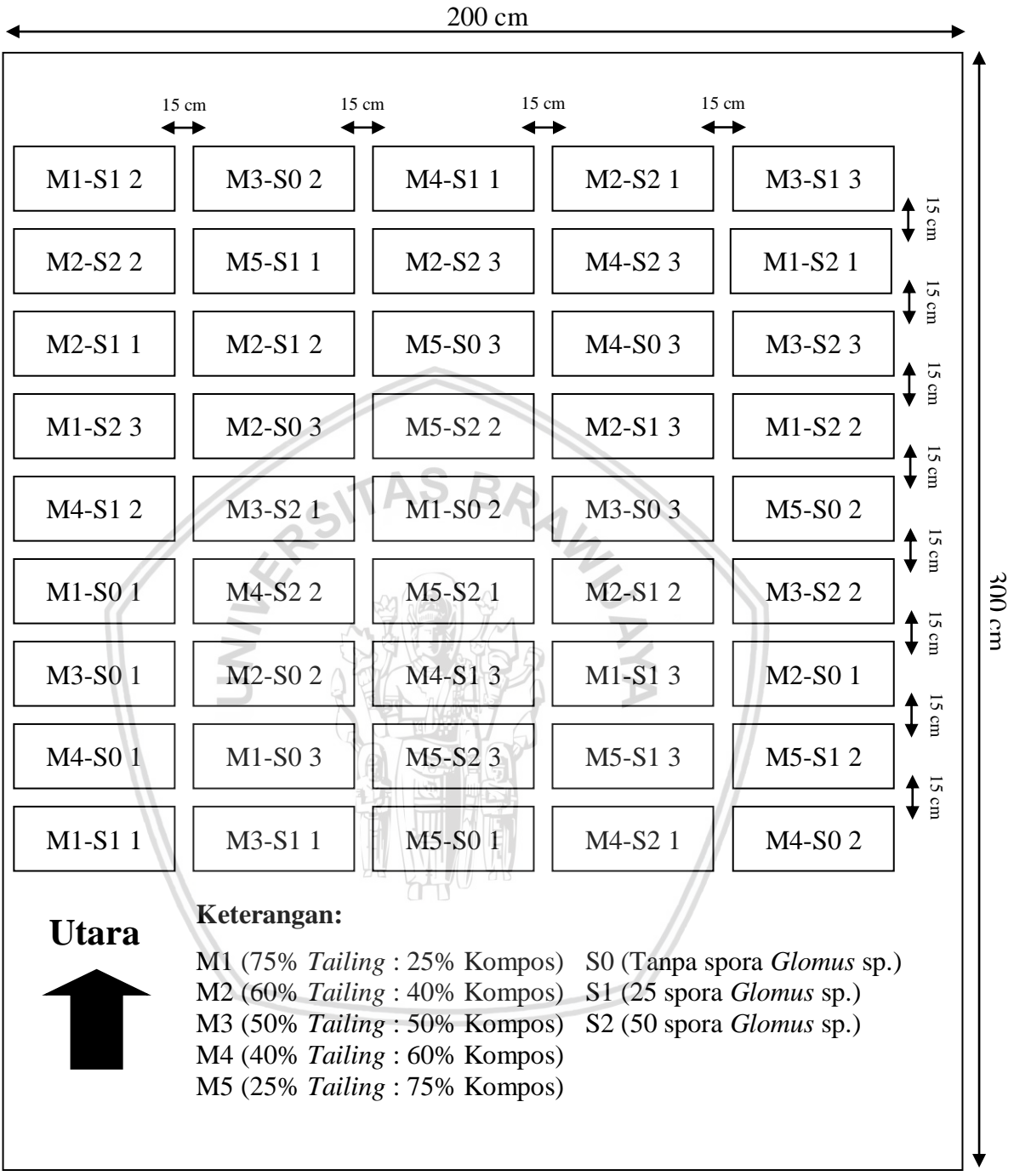
Nama : Izhar Ashofie

NIM : 135040201111279

Judul Skripsi : Aplikasi Kompos dan Mikoriza Arbuskular (*Glomus* sp.) pada *Tailing* Tambang Emas Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Fosfor Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.).

No	Kegiatan	Kegiatan dalam bulan dan minggu																			
		Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Identifikasi mikoriza																				
2.	Persiapan media tanam																				
3.	Penyemaian bunga matahari																				
4.	Penanaman bibit bunga matahari dan inokulasi mikoriza																				
5.	Perawatan dan pengamatan tanaman																				
6.	Panen																				
7.	Analisis biologi tanam																				
8.	Analisis kimia tanam																				
9.	Pengolahan data																				
10.	Konsultasi hasil																				
11.	Penyusunan laporan skripsi																				

Lampiran 2. Denah penelitian



Lampiran. Perhitungan komposisi media tanam

- *Tailing* Tambang Emas

Massa padatan per *polybag* untuk 100% = 5 kg

$$\text{Berat Media} = \frac{(\% \text{ Media})}{100} \times 5 \text{ kg}$$

a. 25% *Tailing* $= \frac{15}{100} \times 5 \text{ kg} = 0,75 \text{ kg tailing}$

b. 40% *Tailing* $= \frac{30}{100} \times 5 \text{ kg} = 1,5 \text{ kg tailing}$

c. 50% *Tailing* $= \frac{45}{100} \times 5 \text{ kg} = 2,25 \text{ kg tailing}$

d. 60% *Tailing* $= \frac{60}{100} \times 5 \text{ kg} = 3 \text{ kg tailing}$

e. 75% *Tailing* $= \frac{75}{100} \times 5 \text{ kg} = 3,75 \text{ kg tailing}$

- Kompos

Massa padatan per *polybag* untuk 100% = 5 kg

$$\text{Berat Media} = \frac{(\% \text{ Media})}{100} \times 5 \text{ kg}$$

a. 25% Kompos $= \frac{15}{100} \times 5 \text{ kg} = 0,75 \text{ kg kompos}$

b. 40% Kompos $= \frac{30}{100} \times 5 \text{ kg} = 1,5 \text{ kg kompos}$

c. 50% Kompos $= \frac{45}{100} \times 5 \text{ kg} = 2,25 \text{ kg kompos}$

d. 60% Kompos $= \frac{60}{100} \times 5 \text{ kg} = 3 \text{ kg kompos}$

e. 75% Kompos $= \frac{75}{100} \times 5 \text{ kg} = 3,75 \text{ kg kompos}$

Lampiran 4. Hasil analisis dasar *Tailing* dan Kompos

Analisis	<i>Tailing</i>		Kompos	
	Nilai	*) Kriteria	Nilai	*) Kategori
pH	5,28	Masam	6,22	Agak Masam
C-organik (%)	0,06	Sangat Rendah	37,15	Sangat Tinggi
N-total (%)	0,01	Sangat Rendah	1,18	Sangat Rendah
P ₂ O ₅ (ppm)	25,06	Sedang	152,76	Sangat Tinggi
K ₂ O (g/100g)	4,07	Sangat Rendah	1,42	Sangat Rendah
Pb (ppm)	1,87	Tinggi	-	-
Hg (ppm)	0,67	Sedang	-	-
Au (ppm)	2,19	Tinggi	-	-

Keterangan : *) Kategori penilaian sifat kimia berdasarkan LPT (1983)

Lampiran 5. Hasil analisis spora mikoriza & kolonisasi akar (42 HST)

Perlakuan	Jumlah Spora Mikoriza / 100 g	Kategori	Kolonisasi Akar (%)	*) Kategori
M1S0	3	-	1,1	Sangat Rendah
M2S0	4	-	4,4	Sangat Rendah
M3S0	5	-	10	Rendah
M4S0	6,7	-	11,1	Rendah
M5S0	8,7	-	15,6	Rendah
M1S1	12,7	-	21,1	Rendah
M2S1	14,3	-	24,4	Rendah
M3S1	17,7	-	31,1	Sedang
M4S1	20,7	-	45,6	Sedang
M5S1	23	-	52,2	Tinggi
M1S2	15	-	27,8	Sedang
M2S2	17	-	35,6	Sedang
M3S2	18,7	-	35,6	Sedang
M4S2	20,7	-	45,6	Sedang
M5S2	25,7	-	63,3	Tinggi

Keterangan: *) Kategori kolonisasi akar berdasarkan Brundett *et al.* (1996).

Perlakuan Media Tanam : M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *Tailing* : 75% Kompos).

Perlakuan Jumlah Spora : S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.)

Lampiran 6 . Hasil analisis media tanam (42 HST)

Perlakuan	pH	*) Katerogi	C-Organik (%)	*) Kategori	P-tersedia (ppm)	*) Kategori	Serapan P-tajuk tanaman (ppm)	Kategori
M1S0	5,2	Masam	1,6	Rendah	31,1	Tinggi	2044,1	-
M2S0	5,5	Masam	4,5	Tinggi	41,9	Sangat Tinggi	2253,2	-
M3S0	6,3	Agak Masam	6,5	Sangat Tinggi	52,9	Tinggi	2434,9	-
M4S0	6,4	Agak Masam	9,5	Sangat Tinggi	68,4	Sangat Tinggi	2598,8	-
M5S0	6,9	Netral	11,7	Sangat Tinggi	80,1	Sangat Tinggi	3271,8	-
M1S1	5,4	Agak Masam	2,2	Sedang	33,2	Tinggi	2102,2	-
M2S1	5,6	Agak Masam	4,9	Tinggi	43,6	Sangat Tinggi	2295,2	-
M3S1	6,4	Agak Masam	7,3	Sangat Tinggi	53,7	Tinggi	2602,4	-
M4S1	6,5	Agak Masam	9,9	Sangat Tinggi	69,5	Sangat Tinggi	3289,1	-
M5S1	7,1	Netral	12,5	Sangat Tinggi	81,7	Sangat Tinggi	3421,4	-
M1S2	5,6	Agak Masam	2,6	Sedang	36,1	Sangat Tinggi	2121,2	-
M2S2	5,8	Agak Masam	5,1	Sangat Tinggi	46,2	Sangat Tinggi	2415,2	-
M3S2	6,6	Netral	7,6	Sangat Tinggi	57,1	Tinggi	2694	-
M4S2	6,8	Netral	10,6	Sangat Tinggi	73,4	Sangat Tinggi	3449	-
M5S2	7,4	Netral	12,7	Sangat Tinggi	86,3	Sangat Tinggi	3543,3	-

Keterangan: *) Kategori penilaian sifat kimia berdasarkan LPT (1983)

Perlakuan Media Tanam : M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). **Perlakuan Jumlah Spora :** S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.)

Lampiran 7. Analisis ragam tinggi tanaman pada 7 HST sampai 42 HST**7 HST**

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	99,867	24,967	36,242 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	18,178	9,089	13,194 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	2,267	0,283	0,411 ^{tn}	2,29	0,905	3,23
Ulangan	2	0,044	0,022				
Galat	28	19,289	0,689				
Total	44	139,644					

14 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	99,87	24,967	36,242 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	159,51	79,756	115,774 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	2,27	0,283	0,411 ^{tn}	2,29	0,905	3,23
Ulangan	2	0,04	0,022				
Galat	28	19,29	0,689				
Total	44	280,98					

21 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	1098,5	247,6	269,5 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1672,5	836,3	820,6 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	90,8	11,3	11,1 **	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	86,8	43,4				
Galat	28	28,5	1				
Total	44	2977,2	67,7				

28 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	2233,9	558,5	368,8 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1672,5	836,3	552,3 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	90,8	11,4	7,5 **	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	139,6	69,8				
Galat	28	42,4	1,5				
Total	44	4179,2					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); * (berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 7. Analisis ragam tinggi tanaman pada 7 HST sampai 42 HST (Lanjutan)**35 HST**

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	3774,8	943,7	350,1 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1672,5	836,3	310,3 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	90,8	11,3	4,2 **	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	205,2	102,6				
Galat	28	75,5	2,7				
Total	44	5818,8					

42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	5721,3	1430,3	313,5**	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1672,5	836,3	183,3 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	90,8	11,3	2,5 *	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	283,6	141,8				
Galat	28	127,7	4,6				
Total	44	7896					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); * (berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 8. Analisis ragam jumlah daun pada 7 HST sampai 42 HST**7 HST**

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	75,022	18,756	42,50 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	8,711	4,356	9,87 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	3,511	0,439	0,99 ^{tn}	2,29	0,461	3,23
Ulangan	2	2,311	1,156				
Galat	28	12,356	0,441				
Total	44	101,911					

14 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	75,022	18,756	42,51 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	8,711	4,356	9,87 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	3,511	0,439	0,99 ^{tn}	2,29	0,461	3,23
Ulangan	2	2,311	1,156				
Galat	28	12,356	0,441				
Total	44	101,911					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); * (berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 8. Analisis ragam jumlah daun pada 7 HST sampai 42 HST (Lanjutan)**21 HST**

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	75,022	18,756	42,51 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	8,711	4,356	9,87 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	3,511	0,439	0,99 ^{tn}	2,29	0,461	3,23
Ulangan	2	2,311	1,156				
Galat	28	12,356	0,441				
Total	44	101,911					

28 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	75,0222	18,7556	42,50 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	36,0444	18,0222	40,84 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	3,5111	0,4389	0,99 ^{tn}	2,29	0,461	3,23
Ulangan	2	2,3111	1,1556				
Galat	28	12,3556	0,4413				
Total	44	129,2444					

35 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	184,3556	46,0889	104,45	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	112,1778	56,0889	127,11	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	13,3778	1,6722	3,79	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	2,3111	1,1556				
Galat	28	12,3556	0,4413				
Total	44	324,5778					

42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	184,3556	46,0889	104,45 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	112,1778	56,0889	127,11 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	13,3778	1,6722	3,79 **	2,29	<0,001	3,23
Ulangan	2	2,3111	1,1556				
Galat	28	12,3556	0,4413				
Total	44	324,5778					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); * (berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 9. Analisis ragam pH media tanam pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	16,6636	4,16589	105,96 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1,1151	0,55756	14,18 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	0,0539	0,00672	0,17 ^{tn}	2,29	0,993	3,23
Ulangan	2	0,0324	0,01622				
Galat	28	1,1009	0,03932				
Total	44	18,9658					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 10. Analisis ragam C-organik media tanam pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	585,4576	146,3644	235,84 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	7,3814	3,6907	5,95 **	3,34	0,007	5,45
Media x Spora	8	0,5531	0,0691	0,11 ^{tn}	2,29	0,998	3,23
Ulangan	2	4,2038	2,1019				
Galat	28	17,3768	0,6206				
Total	44	614,9728					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 11. Analisis ragam P-tersedia media tanam pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	14146,07	3536,52	198,36 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	193,53	96,76	5,43 *	3,34	0,010	5,45
Media x Spora	8	5,72	0,71	0,04 ^{tn}	2,29	1	3,23
Ulangan	2	36,06	18,03				
Galat	28	499,22	17,83				
Total	44	14880,59					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); * (berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 12. Analisis ragam Serapan P-tajuk tanaman pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	76,277	19,069	12,50 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	67,779	33,889	22,21 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	13,163	1,645	1,08 ^{tn}	2,29	0,406	3,23
Ulangan	2	2,267	1,133				
Galat	28	42,731	1,526				
Total	44	202,216					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 13. Analisis ragam jumlah spora Mikoriza pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	443,022	110,756	11,92 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	1729,911	864,956	93,07 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	37,644	4,706	0,51 ^{tn}	2,29	0,841	3,23
Ulangan	2	7,778	3,889				
Galat	28	260,222	9,294				
Total	44	2478,578					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 14. Analisis ragam Kolonisasi Akar pada 42 HST

	dB	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value	Ftab 1%
Media	4	4139,75	1034,94	12,23 **	2,71	<0,001	4,07
Spora	2	9200,49	4600,25	54,35 **	3,34	<0,001	5,45
Media x Spora	8	688,40	86,05	1,02 ^{tn}	2,29	0,446	3,23
Ulangan	2	15,31	7,65				
Galat	28	2369,88	84,64				
Total	44	16413,83					

Keterangan: tn (tidak berpengaruh nyata); ** (sangat berpengaruh nyata)

Lampiran 15. Korelasi antar parameter pada keseluruhan

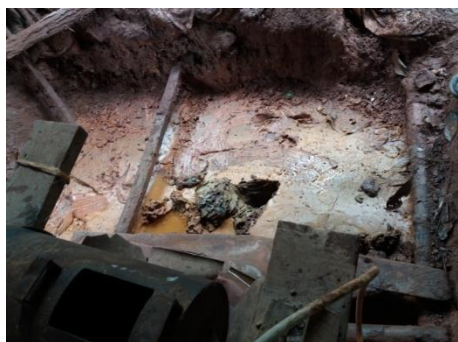
	pH	C-organik	P-tersedia	Serapan P-tajuk tanaman	Jumlah Spora Mikoriza	Kolonisasi	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
pH	1							
C-organik	0,96	1						
P-tersedia	0,96	0,99	1					
Serapan P-tanaman	0,77	0,71	0,70	1				
Jumlah Spora Mikoriza	0,61	0,54	0,52	0,59	1			
Kolonisasi	0,68	0,62	0,62	0,62	0,98	1		
Tinggi Tanaman	0,93	0,92	0,91	0,80	0,77	0,84	1	
Jumlah Daun	0,89	0,82	0,82	0,77	0,83	0,87	0,96	1

Keterangan:

Koefisien Korelasi (r)	Kelas
0,00-0,19	Sangat Lemah
0,20-0,39	Lemah
0,40-0,59	Sedang
0,60-0,79	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Lampiran 16. Dokumentasi

- Pengambilan sampel *tailing*



Pengambilan sampel *tailing* pengolahan pertama di Desa Kertajaya

- Perawatan dan pengamatan tanaman



Pembibitan tanaman bunga matahari

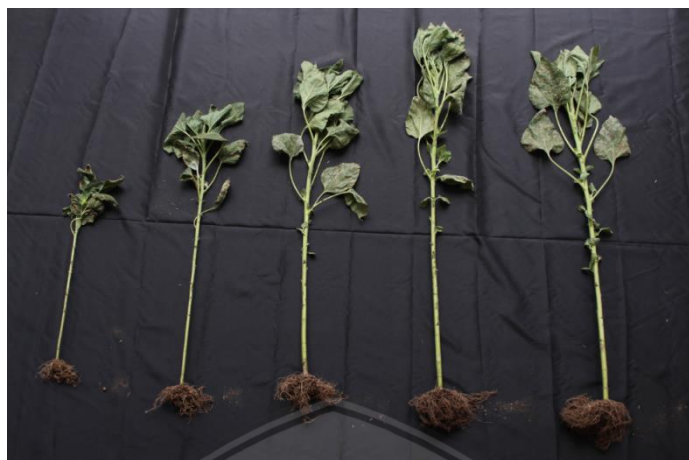


Tanaman bunga matahari 35 HST



Pengukuran tinggi tanaman bunga matahari 7 dan 42 HST

- Hasil panen pada 42 HST



Hasil panen perlakuan M1S0, M2S0, M3S0, M4S0, dan M5S0



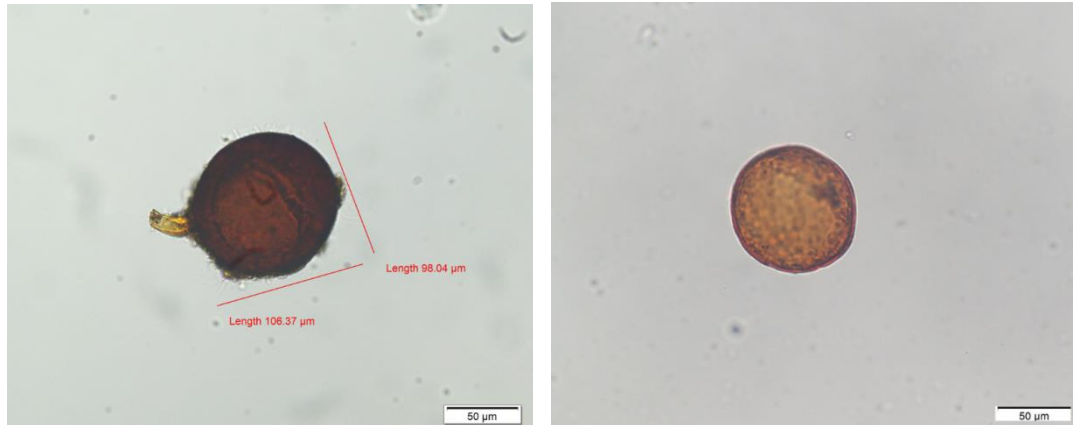
Hasil panen perlakuan M1S1, M2S1, M3S1, M4S1, dan M5S1



Hasil panen perlakuan M1S2, M2S2, M3S2, M4S2, dan M5S2

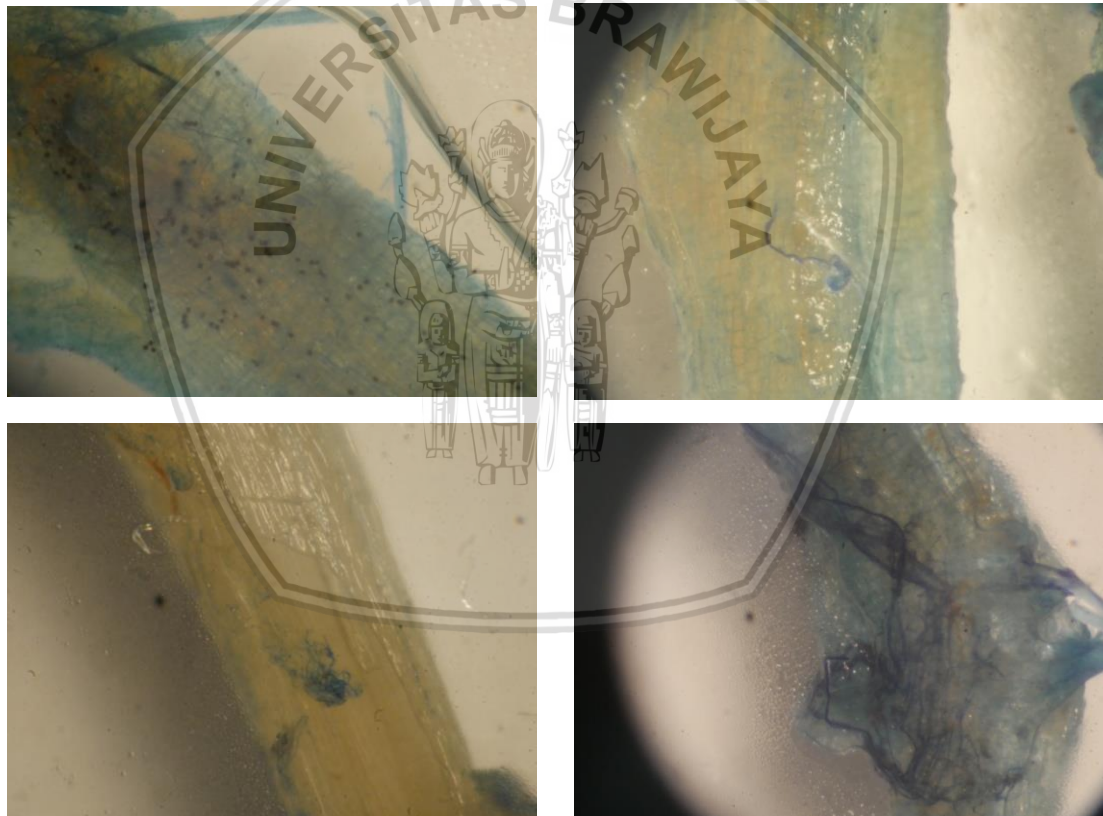
Keterangan : *Perlakuan media tanam* : M1 (75% *tailing* : 25% kompos), M2 (60% *tailing* : 40% kompos), M3 (50% *tailing* : 50% kompos), M4 (40% *tailing* : 60% kompos), M5 (25% *tailing* : 75% kompos). *Perlakuan Jumlah Spora* : S0 (Tanpa spora *Glomus* sp.), S1 (25 spora *Glomus* sp.), S2 (50 spora *Glomus* sp.)

- Pengamatan mikroskopis spora mikoriza



Pengamatan spora mikoriza *Glomus* sp. secara mikroskopis

- Pengamatan kolonisasi akar



Pengamatan kolonisasi akar secara mikroskopis (perbesaran 100x)